Chiriță Mihai LCAE
E2039

ANUL
41

energetica

seria A

2

martie-aprilie 1993

Energomontaj S.A. Company

SNEM

BUCHAREST - ROMANIA

ENERGOMONTAJ S.A. COMPANY performes erection, commissioning, repair and intervention works for:

- heavy, middle small weight metallic structures;
- boiling systems of high and very high pressure and temperature;
- hydromechanical equipments;
- steam, gas and hydraulic turbines;
- rotary aggregates having temperature and pressure high parameters for fluids drawing;
- pipe systems for liquids circulation, with pressure up to 20 MPs and temperature up to 570°C;
- liquid and solid fuel farm;
- low, mean and high voltage electric installations;
- instrumentation.

SNEM

Energomontaj S.A. Company

71223 Calea Dorobanţilor 103-105 O.P. 63
BUCUREŞTI - ROMÂNIA

Tel: 6797020 Telex: 11335 Fax: (400) 3129766

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE A ENERGETICIENILOR DIN ROMÂNIA

ANUL 41 NR. 2, Seria A MARTIE—APRILIE 1993

ISSN : 1220—5133

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR INFORMÁCIÓS 1883

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu :

— Diaru pentru vulgarizarea științelor naturale și fizice (1870—1882) ;

— Buletinul Societății Politehnice (1887—1944) :

— Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România—AGIR (1919—1946) ;

— ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1920) ;

— Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică—APDE (1932—1944) ;

— Buletinul Institutului Român de Energie — IRE (1933 — 1944)

Revista apare alternativ în două serii :

— seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;

— seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție a energiei electrice, sisteme electroenergetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an.

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

CUPRINS

EDITORIAL 55

CENTRALE NUCLEAROELECTRICE

NICOLAE DĂNILĂ, GABRIEL ROMAȘCU, DUMITRU DRĂGUȘIN : Determinarea variației presiunii în degazor, la declanșarea turbinei la unitatea CANDU 700 56—61

FLORIN GLODEANU, TEODOR CHIRICA, IOSIF BILEGAN : Aspecte generale privind energia nucleară și opinia publică în România 62—65

CENTRALE TERMOELECTRICE

STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE : Studiul pendulelor termodinamice reversibile în ipoteza micilor oscilații 66—70

ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ

NICOLAE LEONĂCHESCU : Calculul fluxului termic generat de un sistem de încălzire prin planșeu 71—74

PROTECȚIA MEDIULUI

ELEONORA ATAMAN : Considerații asupra reducerii poluării cu NO_x 75—78

ISTORIA ENERGETICII

ALEXANDRU MIHĂILĂ : 50 de ani de energetică nucleară 65

DIN ENERGETICA ROMÂNEASCĂ

* * * Energia eoliană în actualitatea românească 61

* * * Primim de la Asociația Tehnică pentru Eficiență Energetică din România (ATEER) 82—83

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

ANTON ROȘU : Despre Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD) și Agenția Internațională a Energiei (IEA) 89

VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : Prezentarea programului ENERG Efficiency 2000 90—91

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

CORNELIA-ELENA IVAȘCU : Simpozionul „Siguranța în funcționare a instalațiilor energetice", ediția a XII-a, Timișoara, 28—29 octombrie 1992

* * * Manifestări tehnico-științifice interne pe anul 1993 organizate de RENEL

DE PERSONIS

Andrei Călin Mihăilcanu a împlinit 70 de ani 92—93

RECENZIE

VICTOR MIHĂILESCU : Mihai Constantinescu „Baraje de greutate din beton" Editura Tehnică, 1992 86

Our review publishes ADVERTSMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES SERVICES, etc.
Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: 622.06.92; 621.46.30/251
Fax: 00400 3129315
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE : dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef ; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct ; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct ; ing. Nicolae NICULESCU — secretar de redacţie ; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant REN L ; dr. ing. Ioan GANEA — director Editura Tehnică ; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG

MEMBRI : prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI ; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI ; ing. Iuliu BLECHTAL ; ing. Paul CARTIANU ; ing. Mircea CÂRDU ; chim. Mihai CHIRICA ; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU ; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU ; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ ; dr. ing. Mario DUMA ; ing. Alexandru FLORESCU ; dr. ing. Laurenţiu GOIA ; dr. ing. Dan GOLICIU ; prof. dr. ing. Dumitru IVAS ; dr. ing. Gheorghe LUCA ; dr. chim. Maria MAFTEI ; dr. ing. George MANOLESCU ; ing. Alexandru MIHĂILĂ ; ing. Cornel MOŢIU ; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU ; ing. Cornel PÎSLARU ; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ ; dr. ing. Teodor POPA ; dr. ing. Marius ROMÂRLEANU ; ing. Anca POPESCU ; ing. Constantin POPESCU ; ing. Miron POPESCU ; ing. Gabriel ROMAŞCU ; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Gheorghe VOICU ; ing. Dinu VOINEA

REDACTOR : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia :
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon : 622 06 92 ; 6214630/251
Telex : 10783, Fax : 00400 3129315

Coperta I : Centrala hidroelectrică Ciunget — sala maşinilor

S.C. Universul S.A.—3728

Deși societatea umană se confruntă mereu cu problemele energetice, în realitate nu duce lipsă și nu va duce lipsă de energie, singura problemă de fond fiind accesul la ea (acces dominat de considerentele economice și mai ales politice).

La nivel mondial rezervele de petrol au crescut, în mare parte prin noile reevaluări din Orientul Mijlociu, asigurîndu-se astfel cel puțin încă 40 de ani de exploatare la nivelul producției actuale. Aceeași situație se constată și pentru gazul natural ale căror rezerve au crescut, evaluîndu-se pentru încă 60 de ani în raport cu consumul actual.

Cărbunele și-a consolidat poziția ca fiind resursa cea mai răspîndită din lume, oferind energie pentru încă cîteva sute de ani.

Această imagine optimistă se degajă din ancheta publicată de către Consiliul Mondial al Energiei în cadrul Conferinței Mondiale de la Madrid din acest an.

Printre concluziile cele mai semnificative se pot cita cele ale domnului Peter Davis, economist șef al companiei British Petroleum:

- *„Pămîntul posedă suficiente resurse energetice. În același timp, asigurarea cererii consumatorului va impune stabilirea de prețuri corespunzătoare și un aport proporțional de capital".*
- *„Schimbările produse în Europa de Est au avut o influență considerabilă asupra pieței energiei. Pe termen lung, această zonă va beneficia de acum înainte de perspective mai bune pentru a-și dezvolta mai intens și mai eficient resursele energetice".*
- *„Incidența combustibililor asupra mediului reprezintă un factor cu pondere mare în evoluția lor. Gazul natural va fi avantajat în dauna cărbunelui, în timp ce energiile reînnoibile vor avea importanță, dar pe un plan secundar".*

Rezultă clar că nu se pune problema resurselor primare de energie, ci a limitărilor și restricțiilor legate de poluarea mediului. Corelarea mediu-energie, tot mai frecvent citată, poate fi susținută printr-o analiză atentă a preocupărilor organismelor naționale și supranaționale. În prezent nu se mai poate separa noțiunea de „protecția mediului" de cea de „energie", deoarece producerea energiei influențează cel mai mult mediul, fiind principala sursă de poluare. În Europa, în ultimii ani au fost create instituții noi, specializate, ce abordează corelația dintre mediu și energie. Un exemplu îl constituie transformarea în anul 1991 a Agenției Franceze pentru Economie de Energie (AFME) în Agenția pentru Mediu și Economie de Energie (ADEME).

Nu întîmplător Conferința Mondială a Energiei s-a desfășurat sub deviza „Energia și viața", fiind dedicată în întregime acestei probleme.

Se pune firesc întrebarea, în ce direcție trebuie să se orienteze tehnicienii energeticieni?

Se pot evidenția cîteva idei importante. Este clar că problemele de poluare a mediului nu pot fi neglijate și că ele reprezintă o opțiune importantă. Ele recomandă și încurajează ameliorarea randamentelor energetice, deoarece în acest fel se diminuează emisiile carbonice, principala sursă a poluării.

Este evident că producția de energie se orientează spre consumul de gaz natural (cu rezerve încurajatoare), acesta fiind de departe combustibilul cel mai curat, el producînd cel mai puțin CO_2 pe unitatea de energie produsă. Oferă posibilitatea folosirii tehnologiilor de vîrf, de producere mixtă abur-gaze, ceea ce permite creșterea randamentului de la 40% pînă aproape de 50%.

Creșterea randamentului energetic impune folosirea imediată a termoficării, aplicabilă fie în forma ei clasică cu turbine cu abur, fie mai ales în formă modernă cu turbine cu gaze sau motoare termice.

Tot mai multe țări promovează în prezent termoficarea ce utilizează tehnologiile noi, performante.

În România orientarea politicii energetice trebuie privită într-un context mai complex, impus de perioada actuală de tranziție. Ideea centrală este retehnologizarea și modernizare instalațiilor existente, corelat cu reevaluarea termoficării, în mod hipercentralizat dezvoltate în trecut.

REDACTOR-ȘEF ADJUNCT,
Prof. dr. ing. DUMITRU CEZAR IONESCU

Determinarea variației presiunii în degazor, la declanșarea turbinei la unitatea CANDU 700

Instalația de degazare-alimentare trebuie astfel dimensionată încît să se evite fenomenul cavitației, atît în regimurile stabile de funcționare, cît și în regimurile tranzitorii, inclusiv cel rezultat din declanșarea turbinei, cu aplicație la unitatea nucleară CANDU 700.

Degasing-supplying facility has to be sized to avoid the cavity phenomenon both during stable operating conditions and transitory ones, including the conditions created after the turbine starting-up that can be applied at CANDU 700 Nuclear Station.

Prof. dr. ing. NICOLAE DĂNILĂ*,
ing. GABRIEL ROMAȘCU,
mat. DUMITRU DRĂGUȘIN**

Descriptori : tunbire, degazoare, elemente de siguranță

Introducere

Studiul fenomenelor care au loc atît în funcționarea normală, cît și în procesele tranzitorii a pus în evidență criterii de dimensionare a instalației pentru evitarea, în toate regimurile de funcționare, a cavitației la pompa de alimentare [1—6].

În literatura de specialitate [6] se indică următoarele metode care pot duce la evitarea scăderii presiunii în aspirația pompelor de alimentare :

— creșterea înălțimii statice de aspirație prin ridicarea cotei de amplasare a degazorului, respectiv a rezervorului de apă de alimentare ;

— creșterea capacității rezervorului de apă de alimentare ;

— reducerea diametrului conductei de aspirație ;

— creșterea capacității preîncălzitoarelor de joasă presiune și conductelor de legătură dintre acestea ;

— reducerea presiunii de degazare ;

— reducerea creșterii de temperatură a apei în degazor în comparație cu cea din preîncălzitoarele de joasă presiune ;

— creșterea debitului de apă prin recirculare ;

— admisia aburului suplimentar la degazor ;

— injecția apei reci în aspirația pompei de alimentare.

În practică, se pot utiliza, în combinație, mai multe din aceste metode.

* Institutul Politehnic, Facultatea de Energetică, București
** Institutul de Studii și Proiectări Energetice, București

Analiza fenomenului ca urmare a declanșării turbinei

În cazul declanșării turbinei, sistemul de protecție a acesteia comandă închiderea ventilului de admisie a aburului în turbină și în consecință se anulează debitul de abur al prizei care alimenta degazorul sau, altfel spus, degazorul este pus la presiunea condensatorului. Această cădere brutală de presiune produce o vaporizare masivă a apei din degazor și apare o tendință de curgere inversă a aburului spre turbină. Această tendință este rapid anihilată la închiderea clapetei de reținere. Comanda de blocare în poziție „închis" a acesteia se primește, eventual, de la același semnal care comandă închiderea ventilului de admisie în turbină.

Astfel, se poate presupune că, imediat după declanșarea turbinei, degazorul se consideră izolat pe partea de abur. fiind alimentat însă cu apă din ce în ce mai rece, care ulterior este preluată de pompele de alimentare [4]. De regulă, la instalațiile energetice bloc, generator de abur-turbină, pompa de alimentare continuă să funcționeze și după declanșarea turbinei, pentru a evacua căldura (de exemplu, în cazul CNE pentru a evacua căldura din circuitul primar).

Deoarece preîncălzitoarele de apă nu mai sînt alimentate cu abur, condensatorul ce pătrunde în degazor are o temperatură din ce în ce mai coborîtă și în final aceasta atinge valoarea pe care o are la ieșirea din condensator. Modul de variație a valorii temperaturii, respectiv presiunii, este influențat de cantitatea de căldură înmagazinată în circuitul regenerativ.

În literatura de specialitate se analizează proceduri de calcul necesare, atît în cazul cînd se consideră influența căldurii acumulate în circuitul regenerativ, cît și pentru cazul cînd se ține seama de acestea [2, 3, 4].

În cele de mai jos se analizează scăderea temperaturii (presiunii), în rezervorul de alimentare în următoarele ipoteze :

— scăderea temperaturii cu și fără luarea în considerare a influenței căldurii înmagazinate în preîncălzitoare se joasă presiune (PJP) ;

— scăderea temperaturii considerînd debitele de intrare și ieșire în degazorul de alimentare egale sau diferite.

3. Stabilirea formulelor de calcul

Se consideră schema unei instalații de degazare-alimentare conform figurii 1. Degazorul se alimentează cu abur de la o priză fixă a turbinei presiunea aburului fiind dependentă de sarcină. Circuitul regenerativ de joasă presiune este compus din mai multe preîncălzitoare de suprafață alimentate cu abur, de asemenea de la prize fixe ale turbinei.

Se folosesc următoarele notații :

D_i — debit intrare în degazor ;
D_e — debit ieșire din degazor ;
θ_i — temperatura apei la intrarea în degazor ;
θ_e —temperatura apei la ieșirea din degazor ;
θ_c — temperatura apei la ieșirea din condensator ;
M_0 — masa de apă din degazor, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal în cazul $D_i = D_e$;
M — masa de apă din degazor, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal în cazul $D_i = D_e$;
m — masa de apă din preîncălzitoare, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal ;
t — variabila timp ($t \geqslant t_0$, t_0 — momentul inițial)
θ — temperatura ;
θ_0, θ_p — temperatura în degazor și preîncălzitor la momentul t_0 ($t_0 = 0$).

3.1. $D_i = D_e$, fără PJP

Scăderea de temperatură $\mathrm{d}\theta$ a apei din degazor în intervalul de timp $\mathrm{d}t$ se face pe seama apei mai reci care intră în rezervorul de alimentare, astfel că se poate scrie relația de bilanț :

$$D_i(\theta - \theta_i)\mathrm{d}t = -M_0\,\mathrm{d}\theta,\ (\theta \geqslant \theta_i) \text{ sau}$$

$$\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} = -\frac{D_i}{M_0}(\theta - \theta_i), \qquad (1)$$

(s-a notat θ cu temperatura apei din rezervor).

Dacă se impun condițiile inițiale $t = 0$, $\theta = \theta_0$ (valoare cunoscută) soluția ecuației (1) este de forma :

$$\theta = \theta_i + (\theta_0 - \theta_i)\, e^{-\frac{D_i}{M_0}t}.$$

Dacă nu se ia în considerare influența PJP atunci $\theta_i = \theta_c$ și relația devine :

$$\theta = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)\, e^{-\frac{D_i}{M_0}t}. \qquad (2)$$

Dacă $t = 0$, $\theta = \theta_0$, iar $t \to \infty$, $\theta \to \theta_c$ fapt ce constituie o verificare simplă a faptului că (2) descrie corect fenomenul.

Valoarea maximă a vitezei de scădere a temperaturii se obține la momentul $t = 0$:

$$\left|\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right|^{max} = \left|\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right|_{t=0} = \frac{D_i}{M_0}(\theta - \theta_c). \qquad (3)$$

3.2. $D_i = D_e$ fără PJP

Debitele diferite conduc la reevaluarea echivalentului în masă de apă al degazorului $M = M_0$, astfel că pe intervalul de timp $[\theta, t]$ rezultă :

$$M = M_0 + \int_0^t (D_i - D_e)\,\mathrm{d}t,\ (t = t_0,\ M = M_0).$$

Pe perioada de studiu a fenomenului presupunem că debitul de intrare D_i și cel de ieșire D_e rămîn neschimbate, astfel că diferența $D_i - D_e$ se poate considera constantă, o dependență de timp a acesteia nefiind totuși exclusă.

În aceste condiții relația de bilanț va avea forma :

$$D_i(\theta - \theta_i)\,\mathrm{d}t = -[M_0 + At]\,\mathrm{d}\theta,$$
$$D_i - D_e = A \text{ constant},$$

sau

$$\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} = -\frac{D_i}{M_0 + At}(\theta - \theta_i). \qquad (4)$$

Dacă se impun condițiile inițiale $t = 0$, $\theta = \theta_0$ soluția ecuației (4) este de forma :

$$\theta = \theta_i + (\theta_0 - \theta_i)\left(1 + \frac{At}{M_0}\right)^{-\frac{D_i}{A}},$$

sau

$$\theta = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)\left(1 + \frac{At}{M_0}\right)^{-\frac{D_i}{A}},$$

întrucît $\theta_i = \theta_c$. (5)

Valoarea maximă a vitezei de scădere rezultă din (5) și se obține pentru momentul $t = 0$:

$$\left|\frac{d\theta}{dt}\right|^{max} = \left|\frac{d\theta}{dt}\right|_{t=0} = \frac{D_i}{M_0}(\theta_0 - \theta_c). \qquad (6)$$

3.3. $D_i = D_e$ cu influența PJP

Influența PJP în lanțul tehnologic condensator-preîncălzitoare-degazor se manifestă, în comparație cu situația prezentată la pct. 3.1., prin faptul că $\theta_i \neq$ constant, acesta reprezentînd o funcție de timp de forma :

$$\theta_i(t) = C_1 + C_2 e^{-\frac{D_i}{m}t},$$

unde

C_1, C_2 sînt constante ;

m — masa de apă din preîncălzitoare, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal.

Folosind notațiile din figura 1 putem determina $\theta_i(t)$ scriind relația de bilanț :

$$D_i(\theta - \theta_c)\,dt = -m\,d\theta,$$

sau

$$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{D_i}{m}(\theta - \theta_c). \qquad (7)$$

Ecuația obținută are soluție în condițiile inițiale $t = 0$, și $\theta = \theta_i(0)$ fiind temperatura apei din preîncălzitor (cunoscută).

Se obține :

$$\theta_i(t) = \theta_c + (\theta_p - \theta_c)\,e^{-\frac{D_i}{m}t};$$

$$(t = 0,\ \theta_i(0) = \theta_p). \qquad (8)$$

Întrucît prin ipoteza $D_i = D_e$ relația de bilanț în degazor cu $\theta_i(t)$ cunoscut se va scrie :

$$D_i(\theta - \theta_i(t))\,dt = -M_0\,d\theta. \qquad (9)$$

După înlocuirea lui (8) în (9) se determină ecuația :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{D_i}{M_0}\theta = \frac{D_i}{M_0}[\theta_c + (\theta_p - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{m}t}]. \qquad (10)$$

Soluția ecuației (10) se obține în etape, începînd cu ecuația omogenă :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{D_i}{M_0}\theta = 0, \text{ pentru care } \theta = ce^{-\frac{D_i}{M_0}t},$$

c fiind constanta de integrare.

Variind constanta c și ținînd seama de faptul că pentru $t = 0$, $\theta = \theta_c$, se obține soluția ecuației neomogene (10) de forma :

$$\theta = \theta_c + \frac{\theta_p - \theta_c}{1 - \frac{M_0}{m}}e^{-\frac{D_i}{m}t} - \frac{\theta_p - \theta_c}{1 - \frac{M_0}{m}}e^{-\frac{D_i}{M_0}t} + (\theta_0 - \theta_c)\,e^{-\frac{D_i}{M_0}t} \qquad (11)$$

(pentru $t = 0$, $\theta = \theta_0$ și $t \to \infty$, $\theta \to \theta_c$).

Folosind relația (10) valoarea maximă a vitezei de scădere a temperaturii se obține pentru momentul $t = 0$:

$$\left|\frac{d\theta}{dt}\right|^{max} = \left|\frac{d\theta}{dt}\right|_{t=0} = (\theta_0 - \theta_p)\frac{D_i}{M_0}. \qquad (12)$$

3.4. $D_i \neq D_e$ cu influența PJP

Reluînd cele expuse la punctele 3.2 și 3.3 cu privire la echivalentul în masa de apă M al degazorului care se consideră $M = M_0 + At$ și că influența PJP se manifestă prin faptul că temperatura apei la intrarea în degazor este o funcție de timp de forma (8), folosind notațiile din figura 1 se poate determina variația temperaturii apei la ieșirea din degazor, scriind relația de bilanț :

$$D_i(\theta - \theta_i(t))\,dt = -(M_0 + At)\,d\theta. \qquad (13)$$

Prin înlocuirea lui $\theta_i(t)$ cu valoarea dată de relația (8) se obține :

$$\frac{d\theta}{dt} = [(\theta - \theta_c) - (\theta_p - \theta_c)\,e^{-\frac{D_i}{m}t}]\frac{D_i}{M_0 + At}. \qquad (14)$$

Soluția ecuației (14) se obține prin integrare numerică, considerînd că la momentul $t = 0$, $\theta = \theta o$ — temperatura apei în degazor.

Folosind (14) valoarea maximă a vitezei de scădere a temperaturii se obține pentru momentul $t = 0$:

$$\left|\frac{d\theta}{dt}\right|^{max} = \left|\frac{d\theta}{dt}\right|_{t=0} = (\theta_0 - \theta_p)\frac{D_i}{M_0} \qquad (15)$$

Rezultatele obținute mai sus sînt centralizate în tabelul 1.

4. Aplicație pentru CNE CANDU

La unitatea CANDU 700 instalația de degazare-alimentare are o structură asemănătoare cu cea din figura 1, cu următoarele precizări :

— trei trepte de preîncălzire de joasă presiune :

tr. I —3 PJP,
tr. II —2 PJP,
tr. III —2 PJP ;

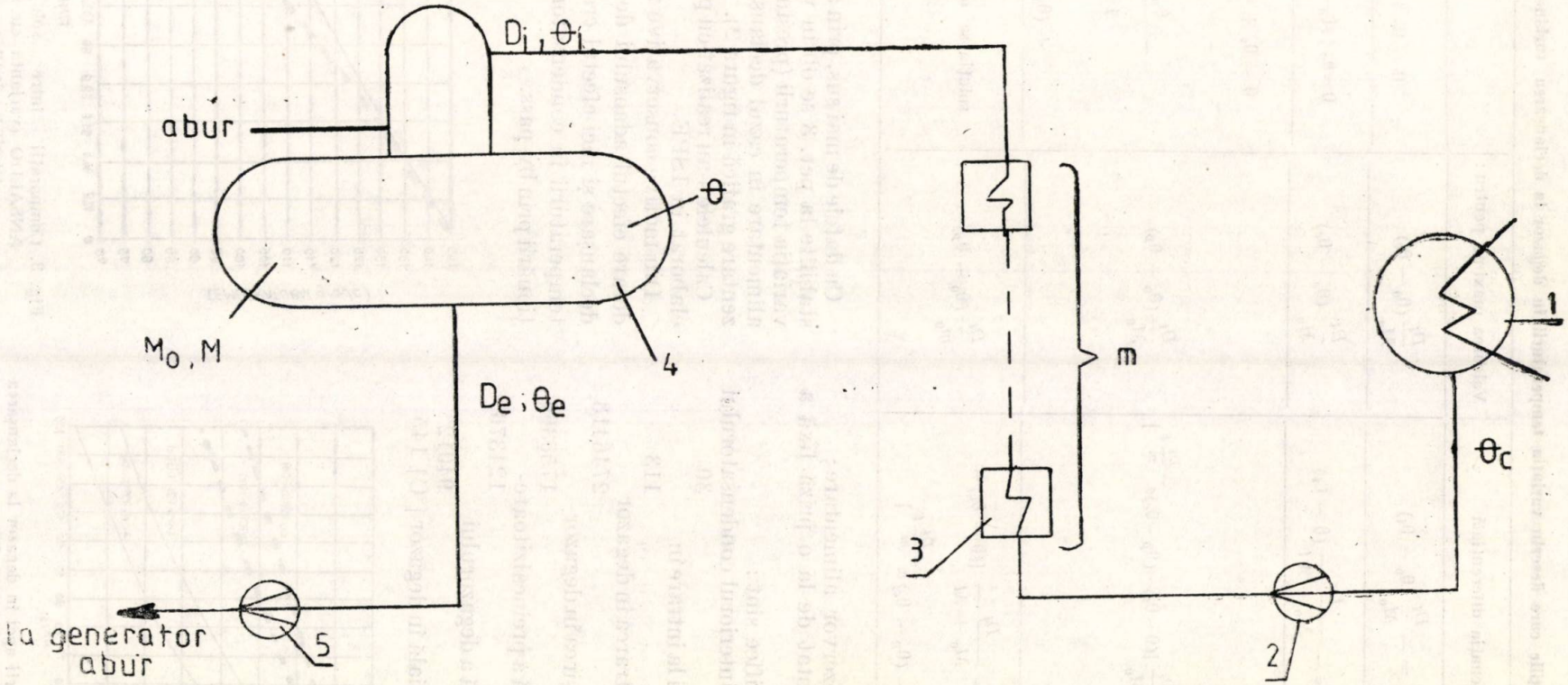


Fig. 1. Schema principală a instalației de degazare-alimentare 1 — condensator; 2 — pompa de condensare; 3 — preîncălzitoare de joasă presiune; 4 — degazor; 5 — pompa de alimentare.

Tabelul 1

Ecuațiile care descriu variația temperaturii în degazor la declanșarea turbinei

Cazul	Ecuația diferențială	Valoarea maximă pentru :	Soluția
$D_i = D_e$ $m=0$	$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{D_i}{M_0}(\theta_0 - \theta_i)$	$\frac{D_i}{M_0}(\theta_0 - \theta_c)$	$\theta = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{M_0}t}$
$D_i \neq D_e$ $m=0$	$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{D_i}{M_0 + A\,t}(\theta - \theta_i)$	$\frac{D_i}{M_0}(\theta_0 - \theta_c)$	$\theta = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)\left(1 + \frac{At}{M_0}\right)^{-\frac{D_i}{A}}$
$D_i = D_e$ $m \neq 0$	$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{D_i}{M_0}[(\theta - \theta_c) - (\theta_p - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{m}t}]$	$\frac{D_i}{M_0}(\theta_0 - \theta_p)$	$\theta = \theta_c + \frac{\theta_p - \theta_c}{1 - \frac{M_0}{m}}e^{-\frac{D_i}{m}t} - \frac{\theta_p - \theta_c}{1 - \frac{M_0}{m}}e^{-\frac{D_i}{M_0}t} + (\theta_0 - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{M_0}t}$
$D_i \neq D_e$ $m \neq 0$	$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{D_i}{M_0 + At}[(\theta - \theta_c) - (\theta_p - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{m}t}]$	$\frac{D_i}{m_0}(\theta_0 - \theta_p)$	soluția se obține prin integrare numerică

— un degazor + rezervor alimentare ;
— degazorul alimentat de la o priză fixă a turbinei.

Datele tehnice specifice sînt :

— temperatura în interiorul condensatorului [°C] 30
— temperatura apei la intrare în degazor [°C] 113
— debitul apei la intrarea în degazor [kg/h] 2746413
— debitul apei la ieșirea în degazor [kg/h] 1755366
— masa echivalentă a preîncălzitoarelor [kg] 124376
— masa echivalentă a degazorului [kg] 94012
— temperatura inițială în degazor [°C] 145

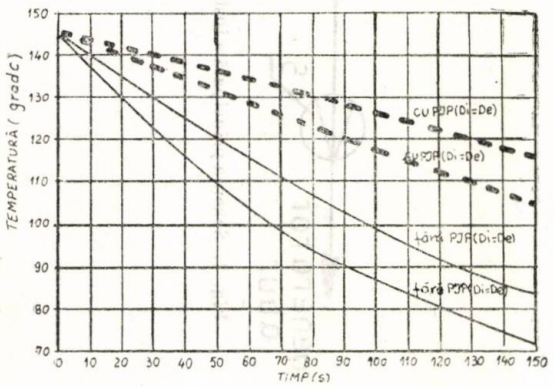


Fig. 2. Variația temperaturii apei în degazor la declanșarea turbinei la CANDU 700.

Cu datele de mai sus, prin aplicarea formulelor stabilite la pct. 3 se obțin valorile care descriu variația temperaturii (presiunii) în rezervorul de alimentare în cazul declanșării turbinei (reprezentare grafică în figura 2).

Calculele s-au realizat cu programul RDDGO1 elaborat în ISPE.

Din motive conservative nu s-a luat în considerare efectul adaosului de abur în degazor la declanșare și nici efectul creșterii relativ mici a temperaturii în condensator ca urmare a funcționării prin by-pass.

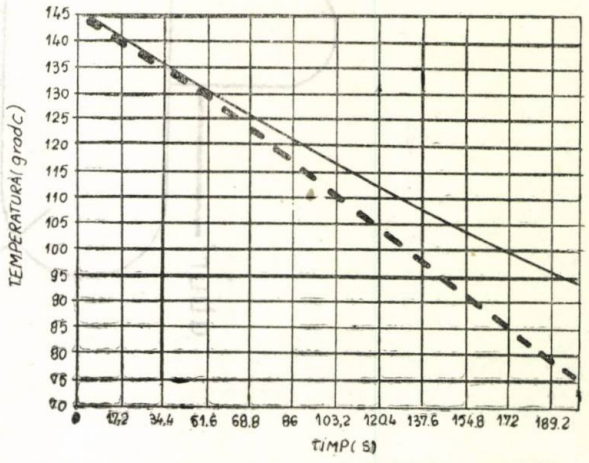


Fig. 3. Comparații între soluția RENEL—ISPE și ANSALDO (varianta cu PJP și $D_i > D_e$) :
——— RENEL—ISPE ; – – – – ANSALDO.

Concluzii

Din datele prezentate mai sus se desprind următoarele concluzii :

— inerţia termică a PJP atenuează scăderea temperaturii în degazor ;

— pentru calculele preliminare, şi atunci cînd nu se dispune încă de datele de detaliu ale circuitului regenerativ, utilizarea datelor deduse prin formule care ţin seama de influenţa PJP duce la rezultate acoperitoare ;

— se impune cunoaşterea în detaliu a metodei de calcul utilizate de Ansaldo pentru a explica abaterea dintre curba de variaţie calculată de ISPE şi cea prezentată de Ansaldo (fig. 3). De altfel, rezultatele obţinute prin programul realizat de ISPE duc la valori practic egale cu cele furnizate de Ansaldo pentru perioada în care pericolul de apariţie a cavitaţiei este maxim ;

— în cadrul problemelor de punere în funcţiune a unităţii nr. 1 de la CNE Cernavodă este necesar să se verifice prin măsurători la proba de declanşare a turbinei şi variaţia temperaturii (presiunii) în degazor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dănilă, N. şi colectiv *Centrale nucleare electrice — Probleme.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980.

[2] Dănilă, N. *Centrale atomoelectrice.* Editura Academiei RSR, Bucureşti, 1973.

[3] Moţoiu, C. *Centrale termo şi hidroelectrice.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1973.

[4] Gage, A. *Criterii pentru condiţiile de aspiraţie a pompelor de alimentare.* Electricité de France, 1952.

[5] Lescoeur, H. *Aspiraţia pompelor de alimentare — cavitaţia în regim tranziloriu.* În : Revue Generale Termique, no. 68, 1967.

[6] Liao, G. S. *Protecţia pompelor de alimentare ale cazanelor, contra scăderii presiunii de aspiraţie.* În : Journal of Engineering for Power, iulie 1974.

(Primit la 9 noiembrie 1991, acceptat la 29 aprilie 1992)

Din energetica românească

ENERGIA EOLIANĂ ÎN ACTUALITATEA ROMÂNEASCĂ

Deşi potenţialul energetic eolian (capacitatea de a produce energie electrică, bineînţeles utilizînd turbinele de vînt) al României nu se ridică la valoarea celui existent în alte ţări ca Danemarca, Anglia, SUA, Olanda etc., există zone în ţară (platouri muntoase, litoral etc.) în care aceste veritabile uzine „curate" pot produce energie îndestulătoare pentru consumul local.

De fapt, studiile elaborate în ultimii 10 ani au evidenţiat faptul că acest potenţial poate substitui consumul anual a peste 2 mil. tone petrol. Principala dificultate în construcţia uzinelor eoliene o constituie costul ridicat al echipamentelor, care sînt destul de pretenţioase ca materiale şi ca prelucrare. Palele turbinelor respective se execută în uzinele de avioane, fiind oarecum asemănătoare cu aripile aeronavelor. În anul 1985 a început fabricaţia unor astfel de turbine, ca prototipuri; cercetările s-au axat în principal pe turbine de 100 kW, cu ax vertical, şi de 300 kW, cu ax orizontal. La proiectarea şi execuţia lor au colaborat institute de cercetări din Braşov, respectiv din Timişoara cu Politehnica din Timişoara, cu uzinele mecanice de la Bocşa, respectiv Vaslui şi cu unităţi ale RENEL.

Un prim agregat de 300 MW, cu caracter de pilot de cercetare, funcţionează de cîţiva ani în munţii Semenicului şi urmează să fie dublat de un pilot, de astă dată industrial, ale cărui probe de uzină fiind terminate, va fi montat tot pe platoul munţilor Semenic. Acest platou va putea — potrivit unor studii — să se constituie într-o centrală echipată cu 300 de astfel de agregate, deci cu o putere de circa 90 MW, dacă se vor găsi banii necesari în primul rînd.

În luna august a fost pusă în funcţiune şi o centrală a RENEL cu două agregate a cîte 100kW, pe Dealul Redii, lîngă Tulcea, probele dovedind posibilitatea acestora de a produce chiar şi 120 kW, în condiţii de vară, deci la vînturi nu prea puternice. Aceste grupuri, pot să-şi găsească utilizarea în foarte multe locuri din ţară, cu aceeaşi condiţie prealabilă, de a exista beneficiari cu disponibilităţi financiare, doritori de a produce energie nepoluantă şi conştienţi de faptul că valoarea ridicată a costurilor iniţiale se poate amortiza destul de rapid. În acest sens RENEL va interveni pe lîngă administraţiile locale pentru iniţierea unor colaboratori în instalarea de centrale eoliene, prin forme de asociere între stat, primării şi întreprinzătorii privaţi.

Aspecte generale privind energia nucleară și opinia publică

Dr. ing. FLORIN GLODEANU*, ing. THEODOR CHIRICĂ**, ing. IOSIF BILEGAN*

Energetica nucleară concurează cu succes, din punct de vedere tehnic și economic, cu celelalte surse de energie, avînd un impact ecologic mult mai redus. Expansiunea ei este limitată în prezent de acceptarea de către comunitățile locale. Astfel, pentru succesul unui proiect de energetică nucleară, informarea publicului devine o opțiune strategică a conducerii companiei, iar RENEL realizează primele acțiuni ale unui program vizînd acest obiectiv.

The nuclear power succesfully compete, from technical and economic point of view all the other energy sources, having a much less ecologycal impact. Its expansion is limited in our days by the acceptance of local communities. Thus, for the success of a nuclear power project, the public information becomes one strategic option of the company management, and RENEL is now implementing the first steps of its programme aimimg this objective.

Descriptori: energetică nucleară, orientări în energetică

1. Energia nucleară — sursă curată de energie

Asigurarea surselor de energie constituie o condiție esențială pentru atingerea unor standarde ridicate de trai. Bază a civilizației actuale, energia electrică va continua să cunoască și în viitor o producție în continuă creștere, în special în țările mai puțin dezvoltate. În lumea industrializată, creșterea producției de energie electrică va fi mult mai lentă din cauza politicii de reducere a consumurilor, dar se va menține totuși la niveluri foarte ridicate. Va continua instalarea de noi capacități de producere a energiei electrice, atît pentru acoperirea cerințelor viitoare, cît și pentru înlocuirea capacităților cu durata de viață expirată. Opțiunile pentru producerea energiei electrice sînt limitate și fiecare dintre ele prezintă avantaje și dezavantaje. Între aceste opțiuni, energia nucleară este una dintre cele mai bune din următoarele motive:

— față de combustibilii fosili, energia nucleară are un impact ecologic nesemnificativ la scară globală, deoarece nu produce CO_2, SO_2, NO_x, cenușă și prin urmare nu contribuie la efectul de seră sau la apariția ploilor acide;

— impactul ecologic local al centralelor nuclearoelectrice nu este mai mare decît cel al unui mare complex industrial;

— riscul pentru sănătatea populației din jurul unei centrale nuclearoelectrice este mai mic decît cel implicat de industriile convenționale (chimică, energetică);

— cantitatea de deșeuri produsă de energetica nucleară este mai mică decît cea produsă în termocentralele pe cărbune, iar tehnologiile actuale de tratare și depozitare a deșeurilor radioactive permit reducerea la minimum a riscurilor asociate. Ca exemplu putem menționa faptul că întreg volumul de deșeuri înalt-radioactive vitrifiate generate într-un an din funcționarea CNE franceze (297 TWh) este echivalent cu o piscină de înot de dimensiuni olimpice, comparativ cu haldele uriașe de zgură, cenușă și steril rezultate din funcționarea CTE pe cărbune;

— energia nucleară necesită aprovizionarea cu cantități foarte reduse de combustibil față de termocentralele clasice, permițînd realizarea unor stocuri strategice sau găsirea de surse alternative. În plus, exploatarea zăcămintelor de cărbune de suprafață duce la decopertări masive, cu un impact ecologic deosebit;

— resursele de uraniu sînt răspîndite în multe țări, marii producători fiind țări cu situație politică stabilă, astfel încît prețurile evoluează lent;

— rezervele de uraniu sînt acoperitoare pentru o perioadă de cîteva decade, perioadă considerabil mai mare decît cea estimată pentru epuizarea resurselor de combustibili fosili;

— emisiile radioactive din centralele nuclearoelectrice sînt strict controlate și urmărite, în contrast cu celelalte emisii poluante din majoritatea industriilor convenționale.

Se poate concluziona că opțiunea nucleară constituie o sursă alternativă mai sigură, economică și curată de producere a energiei în condiții de securitate și cu un impact ecologic minim. Totuși, expansiunea energeticii nucleare este

* RENEL — Grupul de Energetică Nucleară, București
** Institutul de Studii și Proiectări Energetice, București.
Obiective nucleare.

tot mai mult condiţionată, în prezent, de acceptarea de către comunităţile umane. Opinia publică trebuie conştientizată pe diferite căi de informare că tehnologia nucleară este bine ţinută sub control, că deşeurile radioactive în situaţii de funcţionare normală sau în caz de accident de bază de proiect reprezintă un risc neglijabil pentru sănătate.

Energia nucleară trebuie recunoscută de către public ca fiind la fel de bună ca alte surse alternative şi că ea contribuie la satisfacerea unor necesităţi vitale pentru progresul societăţii.

2. Principiile relaţiilor cu publicul

Acceptarea de către opinia publică tinde să devină o premisă a dezvoltării societăţii industriale moderne. Pînă acum, relaţiile cu publicul au fost motiv de preocupare numai în cazurile cînd ele începeau să se deterioreze. Succesul în relaţiile cu publicul trebuie să se bazeze pe analiza motivelor de preocupare ale acestuia şi iniţierea de acţiuni de cultivare a încrederii reciproce.

Este foarte important să se înceapă o campanie continuă şi eficace în favoarea energiei nucleare. Informarea şi comunicarea sînt două cuvinte cheie ale timpului nostru. Instalaţiile nucleare cer o atenţie specială, atît din cauza sentimentului de teamă, cît şi a emoţiilor induse în masa populaţiei, pe de o parte, şi a autorităţilor locale, pe de altă parte.

În procesul de implementare a marilor industrii în general şi nucleare în special, în România de dinainte de decembrie 1989 luarea deciziilor se făcea la nivel centralizat, rolul organelor locale fiind acela de a asculta „indicaţiile" de sus. Relaţia cu publicul este un element care nu a fost luat în consideraţie la noi. După evenimentele din decembrie 1989, situaţia s-a schimbat radical, în special datorită diversificării spectrului politic şi exploziei informaţionale. Experienţa ultimilor doi ani a demonstrat că mediile de informare în masă vehiculează informaţii preluate din publicaţiile occidentale sau de la organizaţiile ecologiste antinucleare străine, care de cele mai multe ori deformează realităţile, prezintă informaţii parţiale sau pur şi simplu dezinformează.

Din această cauză, RENEL a lansat o campanie organizată şi direcţionată pentru informarea şi cîştigarea încrederii publicului în energetica nucleară, la care a atras, pe lîngă specialiştii proprii, şi pe cei ai altor organizaţii oficiale şi neoficiale din ţară (CNCAN, IFA, Institutul Politehnic, Universitatea, asociaţii profesionale etc.) şi străinătate (AIEA, companii de electricitate şi asociaţii profesionale din ţări avansate sau din ţările vecine care au aceleaşi probleme ca şi noi).

În continuare vor fi prezentate principiile fundamentale recomandate în relaţiile cu publicul.

Principiul comunicării directe

Problema neacceptării de către public este generată, în cazul energeticii nucleare, atît de criză de încredere, cît şi de lipsă de informaţie. Cultivarea încrederii trebuie realizată direct de către tot personalul companiei, printr-o comportare adecvată şi mai puţin prin material de publicitate, care are o eficienţă redusă, dar creează o primă bază de informare.

Principiul comunicării interactive

În general publicul are o capacitate limitată de prelucrare a informaţiei pe care o înţelege şi o acceptă. Prea multă informaţie induce stresul intelectual, şi o parte din oameni se întoarce la vechile concepţii, uneori greşite, printr-un reflex de apărare. Astfel ei nu îşi mai formează opiniile pe baza informaţiei, ci folosesc vechile opinii pentru evaluarea noii informaţii şi numai faptele confirmate de opiniile anterioare sînt privite ca informaţii. Informaţiile care deviază de la opiniile anterioare pot fi privite ca manipulare şi deci ignorate.

Comunicarea informaţiei trebuie făcută într-un mod inteligibil pentru public şi într-o manieră care să asigure receptarea. Tehnologiile complexe pot genera întrebări la care răspunsurile pot fi date numai în mod interactiv. Tehnica comunicării interactive cu computerul este deosebit de importantă, dar încă dificil de aplicat în condiţiile României.

Principiul comunicării totale

Comunicarea cu publicul trebuie făcută într-o atmosferă de deplină transparenţă. Realităţile trebuie prezentate atît cu laturile pozitive, cît şi cu cele negative, astfel încît fiecare să-şi poată forma o părere proprie.

Principiul comunicării deschise

Sarcina comunicării cu publicul este de a clarifica faptele astfel încît fiecare să le considere raţionale şi să decidă. Privarea publicului de posibilitatea de a reflecta este periculoasă, deoarece poate fi apreciată ca manipulare. De exemplu, energetica nucleară trebuie evaluată nu numai în contextul problemelor legate de aplicarea ei, ci şi prin prisma consecinţelor ce decurg din neutilizarea ei : lipsa unor locuri de muncă, nivelul de trai scăzut, poluarea mediului înconjurător.

3. Sensibilitatea publicului la problemele energeticii nucleare

În multe cazuri publicul este temător şi prizonier al propriilor frustrări şi contradicţii,iar opinia publică reflectă corespunzător aceste

stări. Tocmai acest public este cel mai sensibil la impactul tehnologiilor avansate și în special al celei nucleare. Neputînd înțelege aceste tehnologii, publicul va revendica garantarea unei securități absolute ca cerință minimă pentru acceptarea lor. În lumea științifică riscurile asociate energeticii nucleare sînt exprimate probabilistic. Pentru relațiile cu publicul exprimarea probabilistică este inadecvată. Apărătorii energeticii nucleare evaluează probabilitatea de producere a unui accident ca tinzînd către zero, în timp ce oponenții văd amploarea consecințelor unui accident nuclear ca tinzînd la infinit. În acest fel riscul asociat energeticii nucleare poate fi exprimat ca :

$$R = 0 \times \infty$$

Sub presiunea cerințelor exagerate și nediferențiate referitoare la securitatea publicului, cerințe explicabile din punct de vedere sociopsihologic, dar care nu pot fi satisfăcute tehnic, tehnologiile nucleare sînt împovărate cu cerințe și mai stringente de securitate. În țările care dezvoltă tehnologiile nucleare acestea apar adesea ca un reflex politic în perspectiva următoarelor alegeri. Deși aceste reglementări oficiale urmăresc calmarea publicului în legătură cu energia nucleară, ele vor spori și mai mult senzația generală de nesiguranță și incertitudine.

O altă eroare în relațiile cu publicul constă în lipsa de transparență în legătură cu măsurile de control al catastrofelor nucleare. În primul rînd, cunoașterea modului de control al accidentelor catastrofale nu va duce la cerințe suplimentare pentru diminuarea riscurilor sub nivelurile acceptate, iar în al doilea rînd, din experiența țărilor avansate s-a constatat că aceste măsuri nu diminuează capacitatea de acceptare a unor riscuri. Experiența acumulată pînă în prezent arată că pregătirea publicului prin exerciții periodice de control al catastrofelor contribuie la stabilizarea atitudinii pozitive a publicului din vecinătatea centralelor nuclearoelectrice, prin formarea convingerii că autoritățile sînt pregătite să acționeze în caz de urgență.

4. Metode de informare și cîștigare a opiniei publice

Avînd în vedere faza actuală a programului nostru de energetică nucleară, activitatea noastră de informare a publicului a fost structurată pe următoarele direcții :

— publicarea de documente de educare și informare a populației, cu grafica adecvată și cu informația selectată în așa fel încît să nu contravină principiului comunicării interactive ;

— educarea tineretului ca viitor beneficiar și utilizator al energiei nucleare, cu sprijinul structurilor școlare ;

— organizarea de vizite la instalațiile nucleare existente (IFA, ICN-Pitești) sau în construcție (CNE Cernavodă) pentru publicul larg ;

— difuzarea de filme cu caracter științifico-documentar, obținute de la companii cu succes în energetica nucleară (EdF, AECL, Japonia), cu prezentarea lor de către specialiști în cadrul programelor TVR ;

— organizarea de conferințe și dezbateri publice, atît la nivel general, cît și pe plan local, unde se construiesc sau se dorește implementarea de instalații nucleare. În unele țări este obligatorie prin legislație ținerea de conferințe, dezbateri și anchete publice, în care populația este pusă în temă asupra problematicii respective.

Concluzii

În cele prezentate am încercat să arătăm doar unele căi și mijloace posibile de a aborda domeniul relațiilor cu publicul, conștienți fiind că subiectul este departe de a fi epuizat. Dar sîntem convinși că problema merită atenție și trebuie dezbătută cu seriozitate. În ceea ce privește conducerea acestei campanii de informare considerăm că Regiei Autonome de Electricitate îi revine rolul principal ca beneficiar și organizație de exploatare în condiții de siguranță a centralelor nuclearoelectrice.

La pregătirea și susținerea acestei campanii specialiștii din institutele de proiectare și din diferite organizații profesionale pot să contribuie într-o măsură importantă.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Nuclear Information and Communication.* In French Nuclear Newslettr, nr. 16/maj 1990, p. 1—6.

[2] D U R R, M. Public Acceptance— Public Awareness. EDF, Paris, 1991.

[3] S h i r v a i k a r, V. V. *Public Information and Public Awareness Programme in India.* În : Nuclear Power Corporation, India, Bombay, 1990.

[4] * * * *Project de convention sur l'evaluation de l'impact sur l'environment dans un contexte transfrontière.* ONU — Consiliul Economic și Social — Comisia Economică pentru Europa, 1990.

[5] T a c c o e n, L. *EDF's Strategy for Public Acceptance* EDF, Paris, 1980.

[6] A n s e l, Ph. ș.a. *Débat nucléaire et theorie de l'opinion.* În : Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 5, 1987, p. 451—459.

[7] P e l c i e r, Y., P r a x, F. *Le nucléaire : reurs et images* În : Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 2, 1982, p. 120—122.

[8] G r i t t i, J. *Les trois images du nucléaire dans l'opinion publique.* În : Médicine de l'Homme, nr. 16, 1979.

[9] C h a r t i e r, J. *La rumeur nucléaire et l'intérêt de son étude.* În : Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 2/1982, p. 150—153.

[10] S e m e n o v, B. A., G u t h r i e, D., T a t s u t a, Y. *The future role of nuclear power in the global energy balance.* În : IAEA Bulletin vol. 33, nr. 3/1991. p. 20—24.

[11] L e c l e r c q, J. *L'ère nucléaire* (*Le monde des centrales nucléaires*) Éditions Hachette, 1986. cap. 14/*Énergie nucléaire et opinion*, p. 128—134.

[12] D e m u t h, G., M i l l a t, J.—F. *Opinion sur l'énergie nucléaire et changement socio-culturel.* În : Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 2/1982, p. 132—139.

[13] T i m b a l-D u c l a u x, L. *La peur des nonveller énergies et la contestation nucléaire : aperçu historique.* În :

Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 2/1982, p. 126—131.
[14] Roser, Th. *Le mouvement des opinions en Europe.* In: Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 5/1987, p. 460—462.
[15] Finger, H. *Nucléaire et opinion publique aux États-Unis.* În: Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 5/1987, p. 463—465.
[16] Kapferer, J.-N. *Rumeurs et opinion publique: le cas du nucléaire.* În: Revue Générale Nucléaire (RGN), nr. 5/1987, p. 482—486.
[17] Chirica, T. ș.a. *Unele măsuri propuse pentru ducerea unei campanii de informare asupra energeticii nucleare în România.* Comunicare la „Integrala uraniului", București—Măgurele, mai 1992.
[18] * * *, 1.3/2. *Studii și cercetări de protecție a populației și mediului înconjurător.* Tranșa I. *Studiu în vederea începerii unei campanii permanente de informare și schimb de opinii în mass-media privind implementarea centralelor nucleare în mediu".* ISPE-ON.
[19] * * * *Acception des centrales nucléaires par le public français-methode d'information.* EDF, 1987.
[20] Gaboreau, C. *Developing trust through communication.* EDF, Paris, 1988.
[21] Chaussade, J.-P. *EDF and Information Concerning Nuclear Power Plants,* Comunicare la PIME, Montreux, 1988.
[22] Berthelot, Ph. *The french experience regarding nuclear power plant information centers,* comunicare la Meeting on Information Centers, Houston, 21—24 feb. 1988, USA.
[23] Haller P. *Nuclear Facilities and Public Information at Electricité de France.* EDF, Paris, 1989.

(Primit la 8 iunie 1992, acceptat la 6 noiembrie 1992)

Din istoria energeticii

50 DE ANI DE ENERGETICĂ NUCLEARĂ

Acum 50 de ani, mai precis la 2 decembrie 1942, a fost pus în funcțiune la Universitatea din Chicago, de către Enrico Fermi și echipa sa, primul reactor nuclear din lume. Cu aceasta s-a deschis în istoria omenirii era cuceririi energiei nucleare.

Acest început pașnic a fost continuat, din păcate, cu o dezvoltare a armelor nucleare, care au fost folosite pentru distrugere în masă, pentru prima, și să sperăm, ultima oară, în august 1945, împotriva orașelor japoneze Hiroshima și Nagasaki.

După încheierea celui de al doilea război mondial, în paralel cu utilizarea militară a energiei nucleare au apărut și o serie de aplicații pașnice, printre care și aplicarea acesteia în energetică, pentru producerea de electricitate.

Astăzi, în condițiile în care la scară planetară se manifestă din ce în ce mai neliniștitor efectul de seră, datorat în principal, acumulării în atmosferă a bioxidului de carbon provenit din arderea combustibililor fosili, energia electrică de origine nucleară apare ca una din principalele alternative ecologice de asigurare cu energie a omenirii.

Țara noastră face și ea eforturi pentru realizarea și punerea în funcțiune a primei centrale nucleroelectrice. Sistemul de reactor CANDU 6 cu care va fi realizată prima unitate ce urmează a fi pusă în funcțiune comercială în cursul anului 1995, pe lîngă securitatea intrinsecă foarte bună de funcționare, asigură și o mare disponibilitate și se apreciază că în condițiile țării noastre, energia electrică produsă într-o astfel de CNE va rezulta la un cost de circa două ori mai mic decît cel care se plătește la import.

Ca urmare a fabricării în țara noastră a combustibilului nuclear din uraniu natural, precum și a apei grele utilizate ca moderator și agent de răcire în reactoarele CANDU, programul de energetică nucleară al țării noastre devine autosuficient, astfel că după punerea în funcțiune a CNE recurgerea la import pentru asigurarea exploatării acesteia va deveni nesemnificativă.

În perioada 1—6 decembrie 1992, Asociația Română Energia Nucleară a organizat la sediul central al AGIR din București o expoziție cu tema „50 de ani de energetică nucleară". În acest cadru a avut loc o conferință de presă consacrată dezvoltării energeticii nucleare în țara noastră. Cu acest prilej, profesorul Aureliu Leca, președintele RENEL, a reamintit că prima unitate de la CNE Cernavodă va fi pusă în funcțiune, așa cum s-a prevăzut, la sfîrșitul anului 1994, iar următoarea către anul 2000. Celelalte trei unități, aflate, de asemenea, în diferite stadii de construcție, se prevăd a fi finalizate după anul 2000, urmînd ca lucrările de investiții sistate în prezent să fie reluate pe măsura soluționării actualelor dificultăți de finanțare.

Pe fondul acestei crize economice cu care se confruntă țara în prezent, perspectivele dezvoltării producției de energie electrică în CNE, așa cum a reieșit de la expoziția și conferința de presă sus-amintite, sînt încurajatoare.

ing. ALEXANDRU MIHĂILĂ
ICEMENERG

Studiul pendulelor termodinamice reversibile în ipoteza micilor oscilații

Prof. dr. ing. STOIAN PETRESCU, ș.l. ing. GEORGE STĂNESCU, ș. l. ing. ROXANA IORDACHE *

Se introduce noțiunea de pendul adiabat și izoterm (sau oscilator termodinamic — mecanic), importantă atît din punct de vedere teoretic, cît și din punct de vedere practic.

Importanța teoretică este legată de fundamentarea riguroasă a conceptelor de reversibilitate și ireversibilitate termodinamică, precum și de explicarea mecanismelor de generare a ireversibilității.

Din punct de vedere practic, importanța acestora constă în descrierea proceselor din mașinile cu pistoane libere (de exemplu motorul Stirling cu pistoane libere).

Se compară comportamentul pendulului termodinamic adiabatic reversibil cu cel al pendulului termodinamic izoterm reversibil, în ipoteza micilor oscilații.

The concept of adiabatic isothermal pendulum (or thermodynamic mechanical oscillator) with both theoretical and practical importance is used.

The theoretical importance is related to a strict substantiation of dynamic reversibility and irreversibility concepts, as well as to the illustration of irreversibility generation mechanisms.

Practically, its importance is related to the description of free reciprocating engine (e.g. Stirling motor with free pistons).

The reversible adiabatic thermodynamic pendulum is compared with the reversible isothermal thermodynamic pendulum when supposing small oscillations.

Descriptori: pendule termodinamice reversibile

Noțiunea de pendul termodinamic adiabat și izoterm (sau oscilator termodinamic — mecanic) introdusă în lucrarea [1] pentru fundamentarea riguroasă a conceptelor de reversibilitate și ireversibilitate termodinamică și apoi dezvoltată calitativ și cantitativ în lucrările [2, 3] a început în ultima vreme să suscite un interes deosebit și pe plan mondial [4, 5]. Acest interes manifestat tot mai pregnant pentru conceptul de pendul termodinamic este legat atît de motive teoretice, cît și de scopuri practice. În zona motivelor teoretice intră desigur căutările de explicare cît mai riguroasă a mecanismelor de generare a ireversibilității [6—8], cuplate totodată cu încercarea de fundamentare cît mai exactă a conceptului de reversibilitate termodinamică.

* Universitatea Politehnică, Facultatea de Mecanică, București.

Succesul oscilatorului termodinamic chimic („Brusselatorul", „Oregonatorul", reacția Zhabotinski — Belousov) [Prigogine, 9—11], desigur că a influențat pe plan teoretic interesul nostru pentru echivalentul mecanic al acestuia, care este tocmai pendulul termodinamic (adiabat, izoterm sau politrop) cercetat în lucrările menționate anterior.

Dezvoltarea termodinamicii ireversibile pe linia școlii lui Prigogine și a sinergeticii [11, 12] reprezintă deci motivații foarte serioase pentru domeniul de cercetări pe care îl deschide introducerea conceptului de pendul termodinamic-mecanic.

În planul realizărilor practice care au condus de asemenea la revigorarea acestui domeniu de cercetări se plasează dezvoltarea foarte spectaculoasă a motoarelor Stirling cu pistoane

libere, în care pistoanele care au o mișcare de oscilație reprezintă de fapt tocmai niște pendule termodinamice-mecanice. Avantajele speciale prezentate de aceste mașini față de cele cu cinematică clasică (ambielaj) concretizate în posibilitatea de etanșare completă, randamente ridicate etc., dar și noile procese care însoțesc funcționarea acestora (față de mașinile termice clasice) legate de ireversibilitățile specifice acestora (cum ar fi de exemplu cele care apar în arcurile cu gaz) au deschis în numai cîțiva ani un domeniu de cercetări pe cît de promițător tot atît de complex.

Optimizarea proceselor termodinamice din mașinile termice impune cunoașterea cît mai exactă a modului lor de desfășurare. Ipoteza transformărilor de stare reversibile admite o viteză infinit mică de parcurgere a acestora. Cunoașterea ecuațiilor care descriu interacțiunile cu viteză finită, așa cum se realizează în timpul funcționării mașinilor termice, ar permite o apropiere semnificativă de condițiile reale de lucru.

Urmărind realizarea unui studiu aprofundat, legat de posibilitatea evaluării ireversibilității proceselor termodinamice, se propune modelul fizic al unui pendul termodinamic în care un gaz este supus alternativ unor comprimări și destinderi adiabatice sau izotermice.

Pentru dezvoltarea calculelor se imaginează un sistem termodinamic format dintr-un gaz ideal închis într-un cilindru (fig. 1) prin inter-

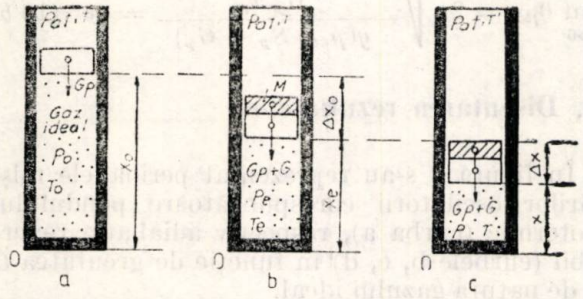


Fig. 1. Pendulul termodinamic.

mediul unui piston . Deplasarea pistonului se realizează fără frecare și el asigură o etanșare perfectă. În timpul „experimentului" gazul din cilindru poate evolua adiabatic sau izotermic. Pe pistonul aflat în poziție de echilibru se așează o masă M și se urmărește restabilirea echilibrului în noile condiții. Metoda permite evaluări cantitative distincte pentru cazul micilor oscilații, cazul marilor oscilații neamortizate și cazul marilor oscilații amortizate. În prezenta lucrare ne ocupăm de cazul micilor oscilații.

I. Pendulul termodinamic în ipoteza micilor oscilații

Înainte de a plasa masa M pe piston (fig. 1 *a*) forțele care acționează asupra acestuia se echilibrează static :

$$p_{at} \cdot S_p = p_0 \cdot S_p - G_p, \qquad (1)$$

în care :

p_{at} este presiunea mediului exterior ;
S_p — aria suprafeței pistonului ;
p_0 — presiunea la care se află gazul în cilindru ;
G_p —greutatea pistonului.

După ce masa M este pusă pe piston (fig. 1 *b*) în noua poziție de echilibru (x_e) forțele care acționează pe piston se echilibrează static conform ecuației :

$$G + G_p + p_{at} \cdot S_p - p_e \cdot S_p = M_0(\Delta\ddot{x}) = 0 \qquad (2)$$

unde : G este greutatea mesei M, p_e — presiunea gazului din cilindru în poziție de echilibru, iar $\Delta x = |x_e - x)$. Distanțele parcurse de piston se măsoară pe verticală în raport cu partea inferioară a cilindrului.

Pentru o poziție oarecare a pistonului (fig. 1 *c*) ecuația de mișcare a acestuia se scrie sub forma :

$$G + G_p + p_{at} \cdot S_p - p_e \cdot S_p = M_0(\Delta\ddot{x}), \qquad (3)$$

unde : $M_0 = (G + G_p)/g$ este masa aflată în mișcare.

Se admite pentru gazul aflat în cilindru o evoluție termodinamică reversibilă caracterizată de un exponent n, astfel că :

$$p = p_e\left(\frac{x_e}{x}\right)^n = \frac{G+G_p+p_{at} \cdot S_p}{S_p}\left(\frac{1}{1-\dfrac{\Delta x}{x_e}}\right)^n \qquad (4)$$

Dezvoltînd în serie pentru $\Delta x \ll x_e$ (cazul micilor oscilații) se obține :

$$p = \frac{G + G_p + p_{at} \cdot S_p}{S_p}\left(1 + n\,\frac{\Delta x}{x_e}\right). \qquad (5)$$

Înlocuind în ecuația de mișcare ultimul rezultat și grupînd termenii găsim :

$$M_0(\Delta\ddot{x}) + \frac{n}{x_e}(G + G_p + p_{at} \cdot S_p) \cdot (\Delta x) = 0 \qquad (6)$$

cu :

$$x_e = x_0\left(\frac{G_p + p_{at} \cdot S_p}{G_p + p_{at} \cdot S_p + G)}\right)^{\frac{1}{n}}. \qquad (7)$$

Pulsația ω a mișcării oscilatorii va fi dată de relația :

$$\omega = \left[\frac{(G + G_p + p_{at} \cdot S_p)^{n+1}}{G_p + p_{at} \cdot S_p}\right]^{\frac{1}{2n}} \sqrt{\frac{n}{x_0 M_0}}. \quad (8)$$

Ecuația de mișcare (6) se poate pune sub forma :

$$(\Delta\ddot{x}) + \omega^2(\Delta x) = 0 \quad (9)$$

Soluțiile acestei ecuații sînt de tipul :

$$\Delta x\,(\tau) = C_1 \cos\,(\omega\tau) + C_2 \sin\,(\omega\tau), \quad (10)$$

în care constantele se determină punînd condițiile la limita :

$$\begin{cases} \tau = 0 \\ \Delta x = \Delta x_a = |x_e - x_0| \\ (\Delta\ddot{x}) = 0 \end{cases} \quad (11)$$

Din sistemul de ecuații scris rezultă valorile :

$$C_1 = \Delta x_a = |x_e - x_0|$$
$$C_2 = 0$$

iar soluția ecuației de mișcare devine :

$$\Delta x(\tau) = |x_e - x_0| \cos\,(\omega\tau) \quad (12)$$

Perioada mișcării oscilatorii a pistonului va fi dată de relația :

$$\theta = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\left[\frac{G_p + p_{at} \cdot S_p}{(G + G_p + p_{at} \cdot S_p)^{n+1}}\right]^{\frac{1}{2n}} \sqrt{\frac{x_0 M_0}{n}} \quad (13)$$

II. Pendulul termodinamic adiabatic

Relațiile de calcul în cazul evoluției adiabatice reversibile a gazului din cilindru se obțin înlocuind pe n cu valoarea k a exponentului adiabatic al gazului.

$$x_{e_{ad,rev}} = x_0 \left(\frac{G_p + p_{at} \cdot S_p}{G_p + p_{at} \cdot S_p + G}\right)^{\frac{1}{k}}, \quad (14a)$$

$$\omega_{ad,rev} = \left[\frac{(G + G_p + p_{at} \cdot S_p)^{k+1}}{G_p + p_{at} \cdot S_p}\right]^{\frac{1}{2k}} \sqrt{\frac{k}{x_0 M_0}}, \quad (14b)$$

$$\theta_{ad,rev} = 2\pi\left[\frac{G_p + p_{at} \cdot S_p}{(G + G_p + p_{at} \cdot S_p)^{k+1}}\right]^{\frac{1}{2k}} \sqrt{\frac{x_0 M_0}{k}}. \quad (14c)$$

III. Pendulul termodinamic izotermic

În cazul $n = 1$ relațiile (7), (8) și (13) vor permite calculul mărimilor caracteristice mișcării oscilatorii a pendulului termodinamic izotermic :

$$x_{e_{izot}} = x_0 \frac{G_p + p_{at} \cdot S_p}{G_p + p_{at} \cdot S_p + G}, \quad (15a)$$

$$\omega_{izot} = \frac{G + G_p + p_{at} \cdot S_p}{\sqrt{G_p + p_{at} \cdot S_p}} \sqrt{\frac{1}{x_0 M_0}}, \quad (15b)$$

$$\theta_{izot} = \frac{2\pi\sqrt{(G_p + p_{at} \cdot S_p) x_0 M_0}}{G + G_p + p_{at} \cdot S_p}. \quad (15c)$$

IV. Rezultate numerice

Calculele s-au efectuat pe baza ecuațiilor (14) și (15) pentru un model fizic în care : $S_p = 0{,}01\ m^2$, $x_0 = 1m$, $G_p = 10N$, $p_{at} = 1$ bar. Inegalitatea $\Delta x \ll x_e$ s-a considerat că este satisfăcută pentru valori ale lui G de ordinul 0,001 N, situație în care $|\Delta x_a|/x_e < 10^{-6}$.

S-a considerat că gazul din cilindru poate fi mono-sau poliatomic.

În cazul unei perturbații foarte mici a stării inițiale de echilibru (fig. 1*a*) se obțin pentru perioadele mișcărilor oscilatorii valorile :

$$\lim_{G \to 0} \theta_{ad,rev} = 2\pi \sqrt{\frac{G_p x_0}{k\, g(p_{at} \cdot S_p + G_p)}} = \text{ct} \quad (16a)$$

$$\lim_{G \to 0} \theta_{izot} = 2\pi \sqrt{\frac{G_p x_0}{g(p_{at} \cdot S_p + G_p)}} = \text{ct} \quad (16b)$$

V. Discutarea rezultatelor

În figura 2 s-au reprezentat perioadele mișcărilor oscilatorii corespunzătoare pendulului izotermic (curba a), respectiv adiabatic reversibil (curbele b, c, d) în funcție de greutatea G și de natura gazului ideal.

Se observă că, similar pendulului matematic, micile oscilații ale pendulului termodinamic sînt izocrone. Atunci cînd perturbația devine foarte mică ($G \to 0$) curbele care dau variația lui θ tind la orizontală.

În cazul pendulului adiabatic reversibil perioada de oscilație depinde și de numărul de atomi din molecule gazului. Pe măsură ce molecula de gaz devine mai complexă crește și perioada mișcării oscilatorii. Una din explicațiile acestui rezultat poate fi legată de mecanismele prin care se realizează distribuția energiei pe gradele de libertate de mișcare ale moleculelor și atomilor. Aceste mecanisme sînt cu atît mai complicate cu cît numărul de atomi în moleculă crește,

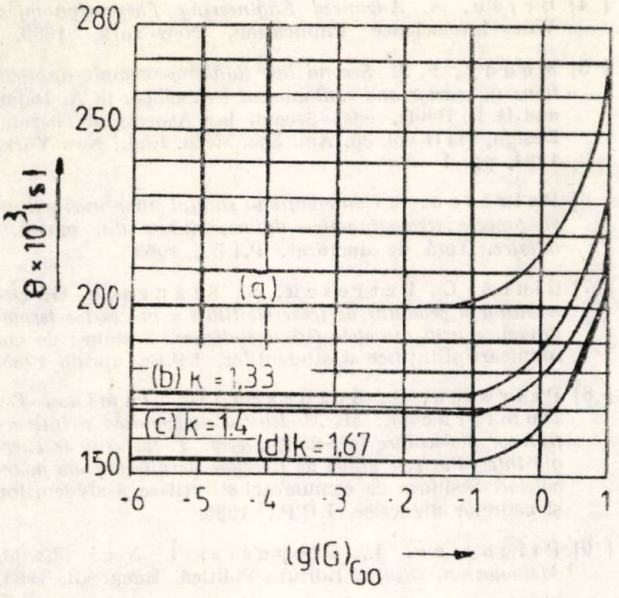


Fig. 2. Perioadele micilor oscilaţii ale pendulelor termodinamice reversibile ($G_0 = 1N$).

ceea ce poate conduce la o încetinire a acestor procese.

În figura 3 s-au reprezentat mişcările pistonului, în cazul pendulelor termodinamice adiabatic reversibil şi izotermic. Amplitudinea mişcării este mai mare în cazul comportării izotermice a gazului din cilindru.

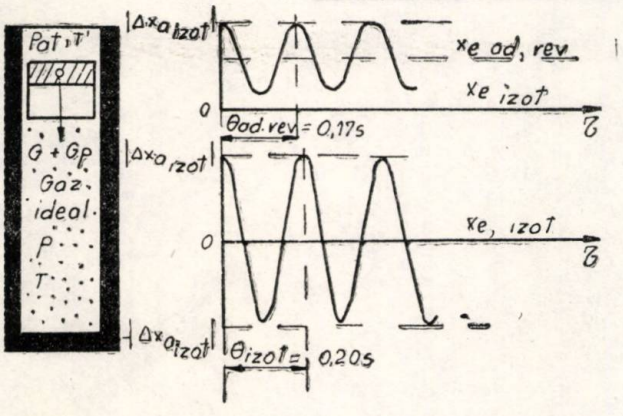


Fig. 3. Pendulul termodinamic adiabat şi izoterm reversibil.

Influenţa naturii gazului asupra perioadei şi a amplitudinii mişcării pendulului termodinamic adiabatic reversibil este prezentată în figura 4.

Concluzii

Problema abordată a suscitat interesul în ultimul timp, mai ales pentru că ea nu poate fi rezolvată integral decît utilizînd tehnici moderne de calcul. În lucrările [4, 5] se prezintă un „experiment" similar celui discutat, la care însă forţa gravitaţională este înlocuită cu o forţă

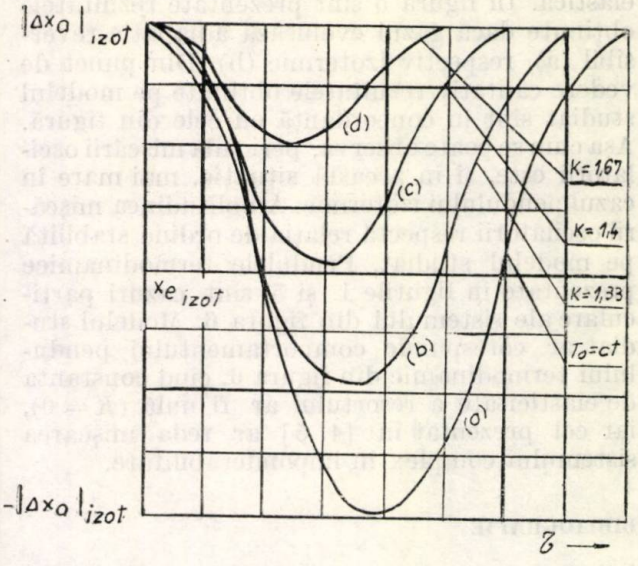


Fig. 4. Amplitudinea mişcărilor oscilatorii ale pendulelor termodinamice reversibile.

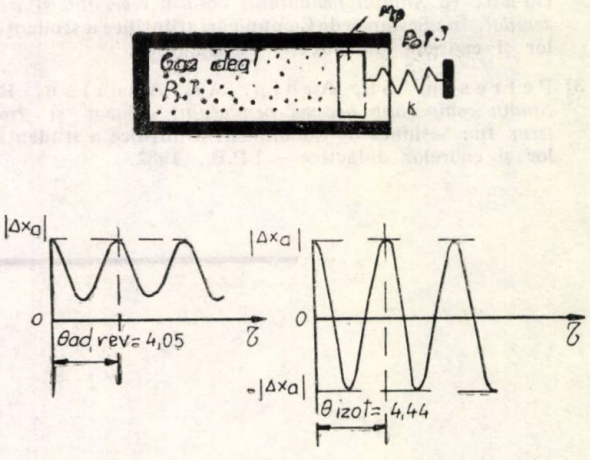


Fig. 5. Oscilatorul termodinamic prezentat de Moody [8] şi Bejan [7].

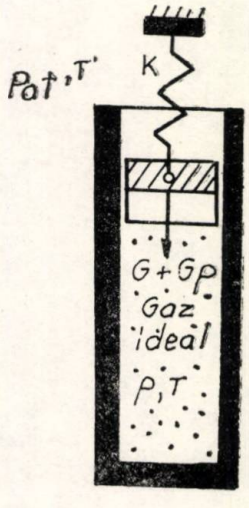


Fig. 6. Pendulul termodinamic generalizat.

elastică. În figura 5 sînt prezentate rezultatele obținute dacă gazul evoluează adiabatic reversibil (a), respectiv izotermic (b). Din punct de vedere calitativ rezultatele obținute pe modelul studiat sînt în concordanță cu cele din figură. Așa cum se poate observa, perioada mișcării oscilatorii este, și în această situație, mai mare în cazul pendulului izotermic. Amplitudinea mișcării oscilatorii respectă relația de ordine stabilită pe modelul studiat. Pendulele termodinamice prezentate în figurile 1 și 5 sînt cazuri particulare ale sistemului din figura 6. Modelul studiat ar corespunde comportamentului pendulului termodinamic din figura 6, cînd constanta de elasticitate a resortului ar fi nulă ($K = 0$), iar cel prezentat în [4, 5] ar reda mișcarea sistemului complex în imponderabilitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Petrescu, Șt. *Ireversibilitate, entropie, timp...*, Editura Tehnică, București, 1982.

[2] Petrescu, St., Arhip, Al., Andrian, R., Dinu, R. *Studiul pendulului adiabat reversibil și ireversibil.* În: Sesiunea de Comunicări științifice a studenților și cadrelor didactice — I.P.B., 1982.

[3] Petrescu, St., Arhip, Al., Andrian, R. *Studiu comparativ asupra pendulului adiabat și izoterm.* În: Sesiunea de Comunicări Științifice a studenților și cadrelor didactice — I.P.B., 1982.

[4] Bejan, A. *Advanced Engineering Thermodynamics*, Wiley-Interscience Publication, New-York, 1989.

[5] Moody, F. J. *Second law thinking-example applications in reactor and containment technology*, in A. Bejan and R. L. Reids, eds, Second law Aspects of Thermal Design, HTD-vol. 33, Am. Soc. Mech. Eng., New York, 1984, pp. 1—9.

[6] Petrescu, S. *Contribuții la studiul unor interacțiuni și procese termodinamice de neechilibru din mașinile termice.* Teză de doctorat. P.I.B., 1969

[7] Ciucă, C., Petrescu, S., Stănescu, G. *Determinarea gradului de ireversibilitate a proceselor termodinamice prin metodele fizicii statistice*, Sesiunea de comunicări științifice a studenților, I.P.B., aprilie 1985.

[8] Petrescu, S., Stănescu, G., Damian, C., Dumitrache, M. *Modelarea matematică a interacțiunilor moleculare într-un gaz real. Transferul de energie între diversele grade de libertate de mișcare ale moleculelor.* Sesiunea de comunicări științifice a studenților și cadrelor didactice, I.B.P., 1985.

[9] Prigogine, I., Stengers, I. *Noua alianță. Metamorfoza științei.* Editura Politică, București, 1984.

[10] Prigogine, I. *From Being to Becoming.* W.H. Freeman and Co, San Francisco, 1980.

[11] Nicolis, G., Prigogine, I. *Self-Organization in Nonequillibrium Systems.* John Willey and Sons, New York, 1977.

[12] Haken, H. *Synergetik.* Springer-Verlag, Berlin, 1983.

(Primit la 28 februarie 1991, acceptat la 19 noiembrie 1992)

Calculul fluxului termic generat de un sistem de încălzire prin planșeu

Lucrarea prezintă un mod original de calcul al fluxurilor termice generate de un sistem de încălzire prin planșeu. Se pleacă de la spectrul de izoterme din planșeu identificîndu-se în funcție de diferențele de temperaturi și de rezistențele termice un punct L, numit în literatura de specialitate „punct Leonăchescu", în care liniile de flux termic se separă pe direcții diferite, spre suprafețele limită ale planșeului. Se deosebesc astfel trei situații diferite : punct de separație pe pereții verticali ai canalului termic, pe tavan, respectiv pe pardoseală. În lucrare este prezentat detaliat calculul fluxului termic total în toate aceste cazuri.

The paper work presents an original method for calculation the heat fluxes determinated by a floor heating system. In the beginning is considered the isotherms spectrum from the floor and for given temperature differences and thermal resistances there is found a point L called „Leonăchescu point" from which the thermal flux lines separates on two direction toward the bounding floor surfaces.

So, we can analyse three different situations : the separation point L could be on the vertical walls of the thermal channel, on its floor or on its ceiling.

This paper work presents on detail the calculation of the total heat flux in all this three cases.

Prof dr. ing. NICOLAE P. LEONĂCHESCU*

Descriptori : flux tehnologic, sistem de încălzire, instalații în construcții

Încălzirea a două încăperi suprapuse se poate face și prin planșeul care le separă, dacă în acesta se introduc niște canale termice prin care circulă agentul termic încălzitor. Aceste canale termice se pot lega la un distribuitor și la un colector și pot avea diverse forme în secțiune.

Determinarea fluxului termic ce străbate cele două suprafețe limită ale planșeului se poate face pe baza spectrului de izoterme din planșeu. Pe cale analogică s-au obținut spectrele de izoterme din figura 1 pentru canale cu secțiunea dreptunghiulară.

Din analiza cîmpului de temperaturi rezultă că, în funcție de diferențele de temperaturi și de rezistențele termice, există un punct L din care liniile de flux termic se separă îndreptîndu-se pe căi diferite spre cele două suprafețe limită ale planșeului. Acest punct îl vom numi „punct de nul" sau „punct de separare". Dacă solicitarea termică este simetrică , L se află la jumătatea pereților verticali.

În cazul solicitării termice asimetrice el se deplasează, putîndu-se situa și pe tavanul sau pe pardoseala canalului termic.

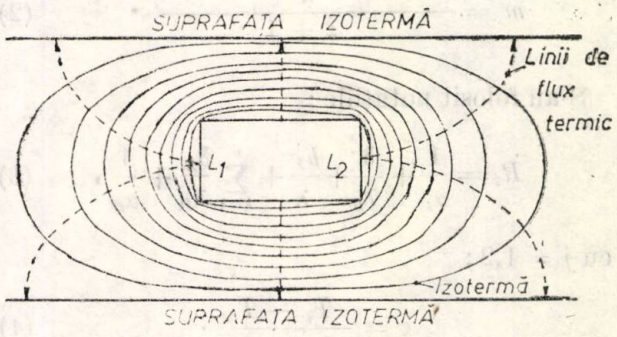


Fig. 1

* Institutul de Construcții, București

Pe baza spectrelor de izoterme din figura 1 se poate elabora o metodă originală simplificată pentru calculul fluxului termic, metodă ce utilizează elementele din figura 2.

Liniile de flux termic ce străbat pereții verticali ai canalului termic și planșeul se aproximează cu sferturi de cerc avînd centrele în punctele 0_1 și 0_2, racordate cu linii drepte perpendi-

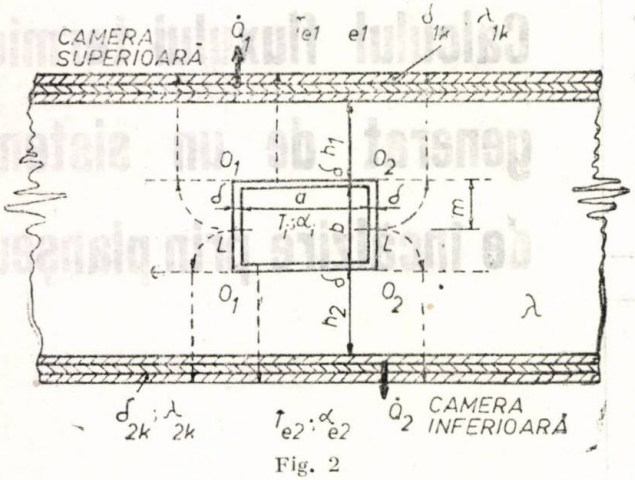


Fig. 2

culare pe suprafețele limită. Tavanul și pardoseala canalului termic sînt străbătute de linii de flux termic aproximate cu drepte perpendiculare pe suprafețele limită ale planșeului. Poziția punctului L (numit și punctul Leonăchescu) se determină prin precizarea distanței m. Dacă peretele canalului termic are aceeași grosime δ și același coeficient de conducție termică λ_0 ca și tavanul și pardoseala lui, punctul L se află la aceeași distanță m pe ambii pereți verticali.

Din condiția ca în punctul L densitatea fluxului termic să fie aceeași, $\dot{q}_1 = \dot{q}_2$, scrisă sub forma :

$$\frac{T_i - T_{e1}}{R_1 + \frac{\pi m}{2}} = \frac{T - T_{e2}}{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(b + 2\delta - m)}, \qquad (1)$$

se obține

$$m = \frac{b + 2\delta + \frac{2\lambda}{\pi}(R_2 - zR_1)}{z + 1}. \qquad (2)$$

S-au folosit notațiile :

$$R_j = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{\delta}{\lambda_0} + \frac{h_j}{\lambda} + \sum_{k=1}^{n} \frac{\delta_{jk}}{\lambda_{jk}} + \frac{1}{\alpha_{ej}}, \qquad (3)$$

cu $j = 1,2$;

$$z = \frac{T_i - T_{e2}}{T_i - T_{e1}}. \qquad (4)$$

Determinarea comonentei $\dot{Q}_1$ a fluxului termic dirijat către încăperea superioară în ipoteza

$$\delta \leqslant m \leqslant b + 2\delta \qquad (5)$$

se poate face scriind raportul dintre diferența de temperatură amplificată cu aria și rezistența termică totală întîmpinată de fluxul termic între cele două temperaturi.

Astfel se obține pentru condiția (5)

$$\dot{Q}_1 = \frac{aL(T_i - T_{e1})}{R_1} + 2\int_{\delta}^{n} \frac{(T_i - T_{e1})Ldx}{R_1 + \frac{\pi x}{2\lambda}}, \qquad (6)$$

de unde

$$\dot{Q}_1 = L(T_i - T_{e1})\left[\frac{a}{R_1} + \frac{4\lambda}{\pi}\ln\left(\frac{R_1 + \frac{\pi m}{2\lambda}}{R_1 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right)\right]. \quad [\mathrm{W}] \qquad (7)$$

Similar se deduce componenta $\dot{Q}_2$ dirijată către camera inferioară

$$\dot{Q}_2 = \frac{aL}{R_2}(T_i - T_{e2}) + 2\int_{\delta}^{b+2\delta-m} \frac{(T_i - T_{e2})Ldx}{R_2 + \frac{\pi x}{2\lambda}}. \qquad (8)$$

de unde

$$\dot{Q}_2 = L(T_i - T_{e2})\left\{\frac{a}{R_2} + \frac{4\lambda}{\pi} \cdot \ln\left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(b + 2\delta - m)}{R_2 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right]\right\}, \quad [\mathrm{W}] \qquad (9)$$

Fiecare unitate de lungime a canalului termic furnizează fluxul termic

$$\dot{Q}_L = (T_i - T_{e1})\left[\frac{a}{R_1} + \frac{4\lambda}{\pi}\ln\left(\frac{R_1 + \frac{\pi m}{2\lambda}}{R_1 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right)\right] + (T_i - T_{e2})\left\{\frac{a}{R_2} + \frac{4\lambda}{\pi} \cdot \ln\left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(b + 2\delta - m)}{R_2 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right]\right\}, \quad \left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}}\right] \qquad (10)$$

Dacă dimensiunile h_1 și h_2 diferă foarte mult una de alta este posibilă situația din figura 3. În acest caz punctele de separație se găsesc pe pardoseala canalului termic.

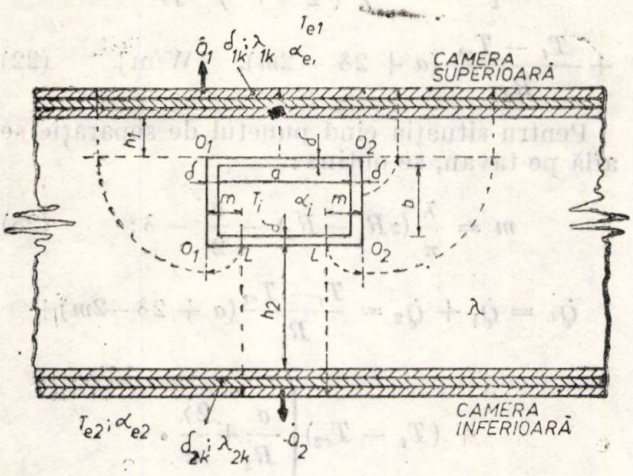


Fig. 3

Pentru determinarea lui m, care conform relației (2) conduce în acest caz la valori $m > b + 2$, se utilizează egalitatea $\dot{q}_1 = \dot{q}_2$ scrisă în ipoteza $h_1 \ll h_2$ sub forma;

$$\frac{T_i - T_{e1}}{R_1 + \frac{\pi}{2\lambda}(b + 2\delta + 2m)} = \frac{T_i - T_{e2}}{R_2}, \qquad (11)$$

din care rezultă:

$$m = \frac{\lambda}{\pi z}(R_2 - zR_1) - \frac{b}{2} - \delta, \qquad (12)$$

cu semnificațiile (3) pentru R_j și (4) pentru z.

Relația (12) este valabilă pentru

$$\delta \leqslant m \leqslant \frac{a}{2} + \delta. \qquad (13)$$

Cu aceste precizări componenta $\dot{Q}_1$ a fluxului termic rezultă din suma

$$\dot{Q}_1 = \frac{aL}{R_1}(T_i - T_{e1}) + 2 \cdot \int_{\delta}^{b+\delta} \frac{(T_i - T_{e1})L\,dx}{R_1 + \frac{\pi x}{2\lambda}} + 2 \cdot \int_{\delta}^{m} \frac{(T_i - T_{e1})\,L\,dx}{R_1 + \frac{\pi}{2\lambda}(b + 2\delta) + \frac{\pi x}{\lambda}}, \qquad (14)$$

sub forma

$$\dot{Q}_1 = L(T_i - T_{e1})\left(\frac{a}{R_1} + \frac{2\lambda}{\pi} \cdot \ln\left\{\left[\frac{R_1 + \frac{\pi}{2\lambda}(b+\delta)}{R_1 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right]^2 \cdot \left[\frac{R_1 + \frac{\pi}{\lambda}\left(m + \delta + \frac{b}{2}\right)}{R_1 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{b}{2} + 2\delta\right)}\right]\right\}\right) \qquad (15)$$

Componenta $\dot{Q}_2$ dirijată către încăperea inferioară, în care aerul are temperatura T_{e2}, se calculează în ipoteza peretelui plan obținîndu-se

$$\dot{Q}_2 = \frac{(T_i - T_{e2})(a + 2\delta - 2m)L}{R_2}. \text{ [W]} \qquad (16)$$

Dacă $\left(m \geqslant \frac{a}{2} + \delta\right)$ componenta ($\dot{Q}_2 = 0$), iar componenta $\dot{Q}_1$ se calculează cu relația (15) în care $\left(m = \frac{a}{2} + \delta\right)$.

Dacă, folosind (5), rezultă $m < 0$, punctul de separație se află pe tavanul canalului și se folosesc relațiile:

$$m = \frac{\lambda}{\pi}(zR_1 - R_2) - \frac{b}{2} - \delta; \qquad (17)$$

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 = \frac{T_i - T_{e1}}{R_1}(a + 2\delta - 2m) + (T_i - T_{e2})\left(\frac{a}{R_2} + \frac{2\lambda}{\pi}\right) \cdot \ln\left\{\left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(b+\delta)}{R_2 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}}\right]^2 \cdot \left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{b}{2} + m + \delta\right)}{R_2 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{b}{2} + 2\delta\right)}\right]\right\} \cdot \left[\frac{\text{W}}{\text{m}}\right] \qquad (18)$$

Dacă $m \geqslant \frac{a}{2} + \delta$, atunci $\dot{Q}_1 = 0$.

Aceste ipoteze duc la concluzia că de la o anumită limită canalul termic „pierde" căldură numai către una din încăperi. Un sistem de încălzire corect dimensionat nu trebuie să lucreze în aceste ultime ipoteze, el trebuind să furnizeze căldură pentru ambele încăperi.

În cazul canalelor cu secțiune pătratică, relațiile de calcul se simplifică. Pentru situația din figura 2, cînd punctul de separație L se află pe pereții verticali, se obține din (2) respectiv (10)

$$m = \frac{a + 2\delta + \frac{2\lambda}{\pi}(R_2 - zR_1)}{z+1}; \qquad (19)$$

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 = (T_i - T_{e1}) \cdot \left[\frac{a}{R_1} + \frac{4\lambda}{\pi} \ln \cdot \left(\frac{R_1 + \frac{\pi m}{2\lambda}}{R_1 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}} \right) \right] +$$

$$+ (T_i - T_{e2}) \left\{ \frac{a}{R_2} + \frac{4\lambda}{\pi} \cdot \ln \left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(a + 2\delta - m)}{R_2 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}} \right] \right\}, \left[\frac{W}{m} \right]. \qquad (20)$$

Dacă punctul de separație L se află pe pardoseala canalului pătratic cu latura a, din (12), respectiv (15) și (16) rezultă prin particularizare:

$$m = \frac{\lambda}{\pi z}(R_2 - zR_1) - \frac{a}{2} - \delta; \qquad (21)$$

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 = (T_i - T_{e1}) \cdot \left(\frac{a}{R_1} + \frac{2\lambda}{\pi} \ln \left\{ \left[\frac{R_1 + \frac{\pi}{2\lambda}(a + \delta)}{R_1 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}} \right]^2 \cdot \left[\frac{R_1 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{a}{2} + m + \delta\right)}{R_1 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{a}{2} + 2\delta\right)} \right] \right\} \right) +$$

$$+ \frac{T_i - T_{e2}}{R_2}(a + 2\delta - 2m), \quad [W/m]. \qquad (22)$$

Pentru situația cînd punctul de separație se află pe tavan, se obține:

$$m = \frac{\lambda}{\pi}(zR_1 - R_2) - \frac{a}{2} - \delta; \qquad (23)$$

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 = \frac{T_i - T_{e1}}{R_1}(a + 2\delta - 2m) + (T_i - T_{e2}) \left(\frac{a}{R_2} + \frac{2\lambda}{\pi} \cdot \ln \left\{ \left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{2\lambda}(a + \delta)}{R_2 + \frac{\pi\delta}{2\lambda}} \right]^2 \cdot \left[\frac{R_2 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{a}{2} + m + \delta\right)}{R_2 + \frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{a}{2} + 2\delta\right)} \right] \right\} \right), \quad [W/m]. \qquad (24)$$

Dacă $m \geq \frac{a}{2} + \delta$, atunci $\dot{Q}_1 = 0$.

În cazul canalelor circulare (țevi cu raza r) se asimilează secțiunea acestora cu secțiunea pătratică de latură

$$2\pi r = 4l; \quad l = \frac{\pi}{2} \cdot r, \qquad (25)$$

aplicîndu-se în continuare metodologia (17)... (25).

Atragem atenția asupra faptului că metoda de calcul prezentată mai sus nu ține seama de efectele marginale sau de interacțiunea rîndurilor de canale. Aceasta face ca dimensionarea să fie acoperitoare din punctul de vedere al erorii comise.

BIBLIOGRAFIE

[1] Leonăchescu, N. P. *Lecții de termotehnică*. I.C.B., 1977.

(Primit la 10 octombrie 1992, acceptat la 4 noiembrie 1992)

Oxizii de azot ocupă locul secund în lista poluanților antropici a căror emisie este imperios necesar să fie redusă în următorii ani, pentru a se evita perturbații grave ale vieții pe Pămînt.

Sînt prezentate normele de imisie corelate cu normele de emisie impuse instalațiilor de combustie (termocentrale), norme care sînt valabile în țări europene cu o industrie puternică.

Sînt prezentate realizările în domeniul reducerii emisiilor de oxizi de azot de la termocentrale, cu cîteva referiri la costuri (investiții și cheltuieli de exploatare).

Considerații asupra reducerii poluării cu NO_x

Chim. ELEONORA ATAMAN*

Nitrogen oxides are the second on the list of anthropic pollutants whose emission has to be severily diminished in the following years in order to avoid serious perturbations of life on Earth.

The paper presents the imission regulations in correlation with the emission ones imposed to the combustion plants (thermal stations); these regulations are also available in European countries with a highly developped industry.

The paper also presents the performances in lowering the emissions of nitrogen oxides at the thermal stations with reference to certain costs (capital costs and operating expences).

Descriptori: poluare, poluare cu NO_x, măsuri antipoluare

Necesitatea unirii eforturilor naționale într-o acțiune pluridisciplinară concertată în fața pericolului creșterii concentrației de poluanți din atmosferă a fost pe deplin înțeleasă și, ca urmare, în ultimele decenii au fost inițiate, atît pe plan local-regional, cît și continental sau chiar planetar, programe multinaționale pentru monitorirea poluanților, studierea transportului lor la mică, medie și mare distanță, transformării poluanților primari în poluanți secundari, formării poluanților terțiari, pentru studierea rolului poluanților în dezechilibrele ecologice, în degradarea bunurilor și mediului înconjurător, în general, dar și pentru găsirea unor metode eficiente de reducere a emisiilor de poluanți din surse staționare sau mobile antropice.

Aceste programe implică eforturi umane, tehnice, materiale, economice, financiare considerabile și cer, pentru desfășurare, timp.

Pentru perioada 1987—1992 în țările din Comunitatea Economică Europeană au fost inițiate acțiuni pentru studierea/reducerea poluării, cu ordinea de prioritate indicată în tabelul 1 [1].

Oxizii de azot secondează bioxidul de sulf, intrînd împreună cu acesta în clasa poluanților împotriva cărora trebuie să se desfășoare în prezent o campanie susținută pentru reducerea emisiilor. Practic, însă, este vorba de continuarea acțiunilor inițiate deja, amplificarea lor, lărgirea scării de abordare, dar și inițierea neîntîrziată a altor măsuri noi, unde și dacă este cazul.

Necesitatea reducerii poluării atmosferei cu acești poluanți nu suferă amînare, prioritatea acțiunii împotriva SO_2 și NO_x fiind absolută.

Oxizii de azot provin din surse naturale și din surse antropice. Dacă emisiile din surse naturale sînt necontrolabile și imposibil de redus nu același lucru este valabil cu cele din surse antropice.

Sursele de emisie antropice sînt clasificate în surse staționare și surse mobile. Spre deosebire de SO_2, în cazul NO_x sursele mobile antropice au un aport deosebit la poluarea atmosferei. Astfel, după datele furnizate de B. Delogu [2] pentru

* Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice, București.

ședința Task-Porce NO_x din februarie 1990 de la Karlsruhe, emisiile de NO_x pentru țările CEE în 1985 au fost de 10.8 45.220kt, 55,63% provenind din surse mobile și 44,37 din surse staționare (29,59% din instalații de combustie din centrale electrice și termice, 1,48% din rafinării, 8,23% din diverse procese de combustie în industrie și 5,05% din procese de fabricație).

Tabelul 1

Clasa	Tip de acțiune/timp ce desfășurare	Poluant
1	Acțiune prioritară ce trebuie desfășurată în prezent (eventual continuate și amplificate acțiunile în curs de desfășurare deja)	SO_2 NO_2 azbest Pb
2	Acțiune prioritară ce trebuie imediat inițiată	CO_2 CFC (compuși cloruraţi și fluoruraţi ai metanului și etanului, freoni)
3	Acțiune prioritară ce trebuie desfășurată în viitor	O_3 benzen, formaldehidă, hidrocarburi nespecifice pentru poluarea fotochimică, metale, grele As, Cd, Cr
4	Acțiun neprioritară, dar posibil de desfășurat în viitor	Hg, Cu, Mn, Co, Fe, Ni, Sb, Th, Be, Ti, U, Zr
5	Acțiunea neprioritară, de desfășurat în viitor (ultima prioritate)	particule nespecifice CO hidrocarburi nespecifice

Recunoașterea rolului important al surselor mobile în poluarea cu NO_x a avut ca urmare, pe de o parte, reorientarea spre transportul electric și, pe de alta, dotarea obligatorie a autovehiculelor noi cu filtre cu catalizatori pentru asigurarea unei emisii reduse de oxizi de azot. Mai mult decît atît, s-au fixat norme de emisie pentru autovehicule funcție de numărul de cilindri și de capacitate.

În Japonia aceste norme erau [3] :

— pentru mașini mici, în 1988 — 0,7 g NO_x/km ;
în 1990 — 0,5 g NO_x/km ;

— pentru mașini medii, în 1988 — 0,9 g NO_x/km
în 1990 — 0,6 g NO_x/km.

Dar fixarea normelor de emisie a fost o urmare a normelor de imisie tot mai severe impuse.

Normele românești de imisie [4] fixează următoarele valori pentru concentrația bioxidului de azot în aer ;

— concentrația maximă pe termen scurt ;
2 300 $\mu gNO_2/m^3$ aer
(30 minute)

— concentrația medie maximă pe termen lung :
— pe 24 h : 100 $\mu gNO_2/m^3$
— anuală : 40$\mu gNO_2/m^3$

Ca și în cazul altor poluanți, normele de imisie pentru NO_2 stabilesc, pe de o parte, concentrația maximă la care poate fi expus omul 24 ore din 24, un timp nedefinit (ani, zeci de ani), fără a-i fi afectată sănătatea și, pe de alta, indică concentrațiile cele mai mari care pot fi suportate fără urmări de subiecții umani (inclusiv de grupele de risc ale populației — copii, bătrîni, bolnavi cronici cardiaci etc.) o perioadă scurtă de timp, precizînd și de cîte ori concentrațiile pot atinge sau depăși (și în ce limite) aceste valori într-un interval de timp dat (lună, 6 luni, un an).

Normele de imisie se stabilesc plecînd de la concentrația limită prag de toxicitate (CLPT) împărțită printr-un coeficient de siguranță. CLPT este concentrația de poluant sau noxă la care poate fi expus o perioadă nelimitată de timp, cîte 8 ore pe zi, un muncitor sănătos, fără a-i fi afectată sănătatea. CLPT pentru NO_2 este 10 mg/m³ aer [5].

Normele de imisie în cazul oxizilor de azot se referă numai la bioxidul de azot (cu excepția normelor din Bulgaria și Ungaria), în timp ce normele de emisie se referă la NO_x, sumă de oxizi de azot, nespecificîndu-se proporția diverșilor oxizi în amestec.

Concentrația NO nu este limitată de normele de imisie datorită relativei sale slabe reactivități și a toxicității sale reduse. Concentrația NO_2, în schimb, oxidant puternic, iritant al mucoaselor, toxic celular, ce reduce capacitatea respiratorie pulmonară la animalele homeoterme și la om, fitotoxic puternic, este limitată prin normele de imisie.

NO este puțin solubil în apă, nu este anhidrida unui acid, iar soluția sa apoasă este neutră. Poate fi totuși oxidat în prezența apei de oxidanți puternici cu formare de acid azotic [6].

Bioxidul de azot se comportă ca o anhidridă acidă, reacționează cu apa cu formarea unui amestec de acid azotic și azotos :

$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{acid azotic}}{HNO_3} + \underset{\text{acid azotos}}{HNO_2}$$

În prezența O_2 reacția globală decurge în sensul formării numai a acidului azotic :

$$2NO_2 + 1/2O_2 + H_2O \longrightarrow 2\,HNO_3$$

Aceasta este una din căile de formare a aerosolului de acid azotic în atmosferă.

Avînd în vedere lanțurile de reacții fotochimice în care poate fi implicat NO_2 și reactivitatea sa mare, concentrațiile de NO_2 admise de norme sînt mult mai mici decît în cazul SO_2.

Normele ungare și cele bulgare limitează un numai concentrația NO_2, ci și suma NO_x, fără a preciza dacă din aceasta face parte numai NO și NO_2 sau și N_2O, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5 și în ce proporție.

Conform datelor furnizate de Task Force NO_x, în Bulgaria sînt în vigoare următoarele norme de imisie [7]:

— valoare medie pe termen scurt (orară): 60 μg NO_x/m^3 (exprimat ca NO_2);
— valoare medie pe termen lung (anuală): 40 μg NO_2/m^3;
— valoare medie pe termen lung (zilnică): 85 μg NO_2/m^3.

Normele ungare de imisie sînt [7]:

— valoare medie anuală sau pe termen lung: 100 μg NO_x/m^3 (exprimat ca NO_2);
— valoare medie zilnică: 150 μg NO_x/m^3 (exprimat ca NO_2);
— valoare medie pe termen scurt (semiorară): 200 μg NO_x/m^3 (exprimat ca NO_2);
— valoare medie pe termen lung (anuală): 70 μg NO_2/m^3;
— valoare medie zilnică: 85 μg NO_2/m^3;
— valoare medie pe termen scurt: 100 μg NO_2/m^3.

Normele Organizației Mondiale a Sănătății au fixat în 1988 următoarele valori pentru concentrația NO_2 din aer din considerente de protecție a vegetației și sănătății umane [8]:

— concentrație medie anuală: (criterii de fitotoxicitate)	30 μg/m³
— concentrație medie pe 4 h: (criterii de fitotoxicitate)	95 μg/m³
— concentrație medie pe 24 h: (protecție umană)	150 μg/m³
— concentrație maximă orară: (protecție umană)	400 μg/m³

Normele de imisie elvețiene [9] prevăd:

— concentrație medie anuală: (medie aritmetică)	30 μg/m³
— 95% din valorile medii semiorare ale concentrațiilor de NO_2 ale unui an	⩽100 μg/m³
— valoarea medie a concentrației pe 24 h, ce nu poate fi depășită decît maximum o dată pe an:	80 μg/m³

Normele de imisie austriece au la bază un dublu criteriu: protecția vegetației și protecția sănătății umane [10]:

Concentrația, $\mu gNO_2/m^3$ scopul	Valoare medie 30 minute	Valoare medie zilnică	Valoare medie anuală
Protecția vegetației	200	80	30
Protecția umană	200	100	—

Ca și în cazul SO_2, pentru NO_2 există în Austria un sistem de alertă funcțional pentru zonele dens populate și posibil a fi intens poluate [11], sistem în funcțiune din anul 1988:

• prealarmă	350 μg NO_2/m^3
• treapta I de alertă	600 μg NO_2/m^3
• treapta a II-a de alertă	800 μg NO_2/m^3

Normele germane de imisie sînt fixate de TA Luft (1986) pentru aerul din zonele locuite [12]:

• valoarea medie maximă anuală	80 μg/m³
• valoarea medie maximă pentru probe pe termen scurt (30 minute)	200 μg/m³ (98% din valori trebuie să se încadreze în această limită)

Pentru zonele din vecinătatea instalațiilor industriale normele de imisie germane, cunoscute sub denumirea de norme VDI (Norme ale Uniunii Inginerilor Germani) [7] se aplică regional în jurul surselor de emisie și se raportează la o suprafață, fiind:
— concentrația medie pe 24 h: 100 μg NO_2/m^3 aer;
— concentrația medie pe probe de 30 minute: 200 μg NO_2/m^3 aer.

În Finlanda sînt valabile următoarele norme de imisie pentru NO_2 [7]:

• valoare medie zilnică	150 μg/m³ (percentila 98)
• valoare medie semiorară	300 μg/m³ (percentila 99)

Normele olandeze sînt mult mai amănunțite, astfel:

	Concentrația maximă [$\mu gNO_2/m^3$ aer]
• percentila 50 a valorilor medii zilnice	50
• percentila 50 a valorilor medii orare	50
• percentila 95 a valoriilor medii zilnice	100
• percentila 95 a valorilor medii orare	110
• percentila 98 a valorilor medii zilnice	120
• percentila 98 a valorilor medii orare	135
• percentila 99,5 a valorilor medii zilnice	175
• percentila 99,5 a valoriilor medii orare	175
Nivele de urgență	
• concentrația orară	150
• valoarea mediilor orare	300

Normele de imisie din fosta URSS prevăd [7]:

• valoare medie pe termen (lung (anuală)	40 $\mu gNO_2/m^3$
• valoare medie pe termen lung(24 h)	85 $\mu gNO_2/m^3$
• nivel de pericol	200 $\mu gNO_2/m^3$

Comunitatea Economică Europeană a adoptat pentru ţările membre următoarele norme de mimisie [12]:

• valoarea medie orară	200 μg NO_2/m^3 (percentila 98 a valorilor trebuie să fie sub această valoare)
• valoarea medie orară	500 μg NO_2/m^3 (percentila 50 trebuie să fie sub această concentraţie)

Reducerea emisiilor de NO_x din sursele antropice staţionare se poate face diferenţiat, funcţie de natura sursei (centrale electrice, instalaţii de combustie, rafinării, procese industriale, cuptoare de sticlă, laminoare etc.).

Protocolul de la Sofia din 1988, urmare a Convenţiei semnate la Geneva în 1979 asupra reducerii poluării aerului transfrontieră la mare distanţă, stipulează obligaţia ţărilor semnatare de a-şi îngheţa, începînd din 31.12.94, emisiile naţionale de NO_x la nivelul emisiei anuale din oricare an din perioada 1980—1986 (an etalon). Ţările se obligă să-şi dezvolte programe naţionale, strategii şi politici de reducere a emisiei naţionale de NO_x, implicit a fluxului de NO_x transfrontieră [13].

Aşa cum s-a arătat, în ţările CEE 44,37% din totalul emisiilor de NO_x au provenit (în 1985) din surse staţionare antropice. Din acestea, 61,68% sînt oxizi de azot emişi de centralele electrice ce ard combustibili fosili. Este deci interesant de urmărit istoria NO_x din gazele de ardere de la termocentrale începînd de la emisia lor prin coşul de fum.

În momentul emisiei, NO_x-ul din gazele de ardere de la cazanele clasice este format din 95% NO şi 5% NO_2. În pana de fum au loc reacţii în lanţ la care participă NO şi NO_2, dar şi reacţii simple, liniare.

În principiu, NO se poate oxida la NO_2 în pana de fum prin una din următoarele căi:

1) reacţie directă cu oxigenul molecular (reacţie trimoleculară tipică în fază gazoasă):

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

Reacţia are loc numai în imediata vecinătate a gurii coşului de fum, în pana nediluată, unde concentraţia NO este mare [14] şi este în acelaşi timp prezent suficient O_2;

2) reacţie cu ozonul din atmosferă:

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

Reacţia are loc numai după o diluare a penei de fum, astfel încît ozonul troposferic să vină în contact cu NO din pana de fum (la periferia penei de fum).

Sub acţiunea razelor ultraviolete (deci ziua) NO_2-ul nou format, dar şi cel preexistent, are tendinţă spontană de descompunere:

$$NO_2 \rightarrow NO + O$$

Se reface molecula de NO, dar este poluant secundar. Oxigenul atomic este foarte activ, reacţionează cu o moleculă de O_2 şi se reface molecula de ozon.

Dacă intensitatea luminii este suficientă pentru desfăşurarea reacţiilor de fotoliză se stabileşte rapid un echilibru dinamic între concentraţiile de NO, NO_2 şi O_3.

3) reacţii cu radicali peroxidici:

Cînd în atmosferă există şi alţi poluanţi, cum sînt de exemplu hidrocarburile reactive şi radicalii liberi (de exemplu OH) pot să se desfăşoare reacţiile:

$$RH + OH \xrightarrow{O_2} RO_2 + H_2O$$

Aceste hidrocarburi au o legătură peroxidică şi vor oxida NO:

$$RO_2 + NO \xrightarrow{-O_2} \text{radical carbonil} + NO_2 + HO_2 \text{ (radical)}$$

HO_2 va reacţiona cu o altă moleculă de NO:

$$HO_2 + NO \rightarrow NO_2 + OH$$

Se reface în final radicalul OH, se formează două molecule de bioxid de azot şi apare un radical carbonil foarte reactiv.

Deci în pana de fum raportul iniţial NO/NO_2 supranumitor din suma NO_x se modifică în sensul unui exces de NO_2 şi un raport NO/NO_2 subunitar.

La locul de contact al penei de fum cu solul oxizii de azot în stare gazoasă iau contact cu obiectele, plantele etc. şi pot fi reţinuţi prin ab sau adsorbţie. Parţial NO şi NO_2 din pana de fum reacţionează cu alţi poluanţi alcalini prezenţi în atmosferă astfel încît la locul de contact al penei de fum cu solul se pot depune şi aerosoli solizi (particule) de azotaţi. Cînd umiditatea atmosferică este ridicată azotaţii pot fi prezenţi ca soluţii de azotaţi formînd aerosoli lichizi. Picăturile de acid azotic formate din reacţiile fotochimice pot rămîne ca atare şi vor lua contact cu biosfera astfel, sau pot reacţiona cu alţi poluanţi cu formare de azotaţi.

Parţial oxizii de azot pot fi îndepărtaţi de ploaie prin wash out sau pot fi încorporaţi în nori prin rain out. Contribuţia NO_x la aciditatea ploilor este de 30% vara şi 60% iarna.

Reducerea poluării cu NO_x este posibilă prin reducerea emisiilor din sursele antropice, mobile şi staţionare. Un prim pas în acest sens este impunerea respectării unor norme de emisie naţionale sau internaţionale.

Termocentralelor, ca surse importante de emisie de NO_x li s-au impus norme foarte severe, aceasta mai ales pentru că există un larg evantai de posibilităţi de reducere prin măsuri legate de o corectă conducere a procesului de combustie, pe de o parte, şi randamentele realizate pe instalaţiile pilot au permis po rapidă extindere

a instalațiilor de deNO_x-are de talie industrială, pe de alta.

Directiva CEE ce se referă la emisiile de la surse importante staționare de combustie (inclusiv cazane energetice) fixează valorile din tabelul 2.

Tabelul 2

Combustibil	Capacitate (MWth)	Concentrație maximă NO_x [mg/m³]	La $\%O_2$ în gazele de ardere uscate, 273K,1 atm
• solid			
— obișnuit	>50	650	6
— cu mai puțin de 10% volatile		1350	6
• lichid	>50	450	3
• gazos	>50	350	3

Aceste concentrații în emisie se pot realiza prin adoptarea de măsuri primare. Urmează ca după 1 iulie 1995 să se fixeze norme mai severe care să fie în concordanță cu reducerile ce se pot realiza printr-un tandem măsuri primare + măsuri secundare.

În Germania, instalațiile care au o perspectivă de viață de 10 000 — 30 000 de ore vor putea funcționa pînă la 1.1.94, respectiv, pînă la 1.7.96. După această dată toate instalațiile în funcțiune vor trebui să respecte standardele (normele) de emisie [13].

Pentru cazanele energetice din Germania s-au fixat următoarele norme de emisie (GVAFO-22 iunie 1983) [13]:

Combustibil	Capacitate termică [MW]	Normă de emisie NO_x [mg/m³]		la $\%O_2$ în gazele de ardere uscate, 273 K, 1 atm
		instalație nouă	instalație existentă	
Solid	1—50	400	500	7(cărbune) 11 (alt combustibil)
	CPF[1]) 20	300	300	
	50—300	400	650	6[2])
			1300	5[3])
	>300	200	650	
			1300	
			200[4])	
Lichid	50—300	300	450	3
	>300	150	450	3
			150[4])	
Gasoil	5—50	250	250	3
Heavy oil	1—50	300	450	3
Gaz	10—100	200	200	3
	100—300	200	350	3
	>300	100	350	3
			150[4])	

1) cazane cu pat fluidizat; 2) cenușă uscată; 3) cenușă topită; 4) cu perspectivă completă de viață, deci aproape ca la instalațiile noi.

Normele franceze [15] prevăd pentru instalațiile de combustie destinate producerii energiei următoarele concentrații maxime de NO_x la coș:

Combustibil	Concentrație NO_x [mg/m³] (condiții normale, gaze uscate)
Solid comun	650
Solid cu mai puțin de 10% volatile	1300
Lichid	450
Gaz	350

precizînd că se referă numai la instalații noi; la cele deja în funcțiune se cere o reducere cu 20% a emisiei pînă la 1993 și cu 40% pînă în 1998 (nivel etalon — emisia din anul 1980).

Normele din Marea Britanie (care se conduce după principiul „Best Practicable Means") sînt următoarele:

Combustibil	Putere termică [MW]	Concentrație NO_x în gazele de ardere uscate în condiții normale	
		instalații noi	instalații existente
Solid	>50	650	să se reducă emisia totală de NO_x cu 15% pînă în 1993 și cu 30% pînă în 1998 (an etalon —1980)
		1300	
Lichid	>50	450	
Gaz	>50	350	

Normele austriece sînt mult mai detaliate, ele au intrat în vigoare după 1 ianuarie 1989 [13] și sînt diferențiate după combustibil și puterea termică a cazanelor, dar în priucipiu se regăsesc în GVAFO.

În Austria și Germania se consideră respectate normele de emisie dacă:

— 100% din valorile medii zilnice măsurate sînt mai mici decît valoarea fixată de normă;

— 98% din valorile medii pe 1/2 oră sînt mai mici decît valoarea fixată de normă înmulțită cu coeficientul 1,2;

— 100% din valorile medii pe jumătate de oră sînt mai mici decît valoarea fixată de normă înmulțită cu coeficientul 2.

Normele fixate pentru emisii de Directiva Europeană a CEE se consideră respectate dacă:

— 100% din valorile medii lunare sînt mai mici decît norma;

— 95% din valorile medii pe 48 h sînt mai mici decît norma înmulțită cu coeficientul1,1.

Normele de emisie din fost URSS sînt urmă-

toarele :

Combustibil	Capacitate termică [MW]	Concentrația NO_x [mg/m³] instalații noi	Concentrația NO_x [mg/m³] instalații existente	$\%O_2$ în gazele de ardere
Huilă	<300	470 515	640 670	6 (cenușă topită)
	>300	240 480	640 780	6 (cenușă topită)
Cărbune brun	<300	340 445	445 520	6 (cenușă topită)
	>300	225	520 575	6 (cenușă topită)
Lichid	<300 >300	280 185	340 385	3 3
Gaz	<300 >300	250 125	350 385	3 3

Aceste standarde (norme) se aplică în zonele foarte poluate începînd cu 1.1.91 și în rest începînd cu 1.1.93.

Reducerea emisiilor de NO_x se poate face în cazul termocentralelor prin : măsuri primare, măsuri secundare și tandem de măsuri primare—secundare, dar și prin procedee combinate de desulfurare/ deNO_x-are.

După cum reiese din amplul material realizat de Task Force NO_x în 1991 [13] există trei generații de măsuri primare, legate de procesul de combustie care permit o formare redusă de NO termic și reducerea NO deja format :

— generația I : LEA — low excess air
RAP — reduced air preheat
BBF — biased burner firing

— gexeragia a II-a :

LNB — low NO_x burners
FGR — flue gas recirculation
OFA — oper fire air

— generația a III-a :

LNB II-air/fuel staging at burner
IFNR-in furnace NO_x reduction (reburning in furnace)

Investițiile pentru măsurile primare sînt de ordinul a 18—35 DM/kW la cazanele pe huilă, 60—80 DM/kW la cazanele pe cărbune brun după Jung J. (citat de [13]) și de respectiv 15—60 DM/kW după Smith-1991, citat de [13]), iar randamentele de deNO_x-are de pînă la 50%.

În principiu se consideră că pentru depoluarea gazelor de ardere și reducerea zgomotului la termocentrale, costurile investițiilor reprezintă 27% din costul integral al centralei noi. Din aceasta 22,22% (6—7% din investiția totală) sînt investiții pentru instalația de deNO_x-are (după Koch-1984, citat de [13]).

Măsurile secundare clasice intrate în uz comun sînt :

a) reducere catalitică selectivă cu amoniac (SCR) ;

b) reducere necatalitică selectivă cu amoniac, hidroxid de amoniu, uree etc. (SNCR).

SCR poate fi aplicată în trei variante :

a) high dust- deNO_x-area făcîndu-se după cazan, înainte de electrofiltru, într-o zonă cu conținut foarte mare de cenușă în gaze și la temperatură înaltă (HD) ;

b) low dust — deNO_x -area se face după electrofiltru, pe gaze desprăfuite, dar mai reci (LD) ;

c)tail gas (tail end)- deNO_x- area se face pe gaze reci, după o desulfurare umedă ; pentru evacuarea la coș gazele trebuie reîncălzite (TG).

În țările CEE, 95% din instalațiile de deNO_x-are prin măsuri secundare în funcțiune sînt de tip SCR, 3% — SNCR și 0,5% cu cărbune activ [13].

Investiția pentru o instalație SCR scade cu creșterea puterii cazanului căruia îi este atașată :

MW_{el}	100	170	330	660 (cazan nou)
Investiția [DM/kW instalat] (HD)	156	129	116	98

În cazul unui cazan existent ce se retehnologizează (retrofit) :

MW_{el}	84	426	700	720
Investiția [DM/kW instalat]	226*	344*	131	129

* SCR în variantă TG, restul HD

Investiția pentru schimbătorul de căldură necesar reîncălzirii gazelor este de :

MW_{el}	100	300	700
Investiția [DM/kW]	60	50	42,85

Cheltuielile de exploatare ale instalațiilor de deNO_x-are SCR se încadrează între [13]:

0,44—0,57 PF/kWh la cazanele pe cărbune;
0,17—0,25 Pf/kWh la cazanele pe păcură;
0,10—0,13 Pf/kWh la cazanele de gaze.

În cazul SNCR investițiile pentru istalația de deNO_x-are sînt de:

Țara	Investiția [DM/kW]	randament deNO_x-are proiectat [%]
Germania	14—17	30—50
Austria	20—100	50—80
USA	9—27	60

Pentru SNCR prin procedeul NO_x-OUT investiția, respectiv cheltuielile de exploatare sînt estimate astfel, funcție de talia instalației și de combustibilul utilizat:

Combustibil	Putere termică [MW]	Investiție [DM/kW]	Cheltuieli de exploatare [Pf/kWh]
cărbune	200	21,8	1,02
	500	18,1	0,98
păcură	200	16,3	0,48
	500	12,7	0,46
gaze	200	14,5	0,33
	500	10,9	0,30

Pentru SCNR prin procedeul Thermal NO_x în cazul unui cazan pe cărbune de 420 MW_{el} investiția este de 10,2 DM/kW și cheltuielile de exploatare de 0,30 Pf/kWh.

Procedeele combinate de desulfurare/deNO_x-are dezvoltate în ultima perioadă prezintă avantaje datorită evitării formării de deșeuri, randamentele de depoluare pe care le asigură fiind în același timp ridicate:

a) procedeul EVO cu cărbune activ-aplicat industrial la grupul 5 și 7 de la centrala Arzberg din Germania — 212 MW_{el} — a necesitat o investiție de $120 \cdot 10^6$ DM (566 DM/kW). Cheltuielile de exploatare sînt:

h/an	5000	6000	7000
Cheltuieli de exploatare [Pf/kWh]	2,8	2,5	2,28

b) procedeul DESONOX aplicat la centrala Hafen Stadtwerke Münster la un grup de 98 MW_{el}. Randamentul de desulfurare realizat este de 92% și cel de deNO_x-are, 95%. Investiția pentru instalația de depoluare s-a ridicat la $25 \cdot 10^6$ DM. Cheltuielile de exploatare sînt de 1200 DM/h (la 5000 h funcționare/an);

c) procedeul SONO_x al firmei Haldor Topsoe —1989 este aplicat la un cazan de 310 MW_{el} Nefo 2 Vendsyssel din Danemarca, randamentele de depoluare apropiindu-se de 90%. Nu rezultă deșeuri.

ICEMENERG studiază posibilitatea reducerii emisiei de oxizi de azot de la centralele RENEL prin metode (măsuri) primare, particularizate pentru combustibilii și instalațiile de combustie din România. Pentru o reducere a nivelului emisiilor la cele cerute de normele internaționale va fi evident necesar un tandem măsuri primare-măsuri secundare.

Este de așteptat ca intrarea în vigoare a noii legi a mediului să impulsioneze activitățile menite să reducă concentrația de poluanți din gazele de ardere și reziduale și implicit să limiteze emisiile. Toate acestea însă vor cere eforturi tehnice, materiale și financiare considerabile și, desigur, timp.

BIBLIOGRAFIE

[1] Hecq, P. *Les solutions possibles au probléme de la pollution atmospherique en Europe.* În: Poll. Atm., 1989, apr.—iun. 161—167.

[2] Delogu, B. DG XI—CEE, Brussels, Report to the ECE NO_x Task Force meeting Karlsruhe, 8—9 feb. 1990.

[3] * * * *Notă informativă— Probleme de poluare cu NO_x în Japonia.* În: Poll. Atm. 1988, oct.—dec., p. 474.

[4] * * * STAS 12754/1987 *Aer din zone protejate. Condiții de calitate.*

[5] Autorenkollektive (ed. H. Mohry) *Reinhaltung de Luft.* VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1981, 61

[6] Nenițescu C. D. *Chimie generală.* Ed. Tehnică, 1963.

[7] *ECE NO_x Task Force, Technologies for controlling NO_x emissions from stationary sources,* 1986, iulie, Karlsruhe.

[8] * * * *Programul european al OMS „Sante pour tous",* În: Poll. Atm., 1988, oct.—dec., 435.

[9] * * * *Ordonanța asupra protecției aerului.* În: Revista Oficiului Federal al Protecției Mediului, Berna, nr. 2, 1988.

[10] Autorenkollektiv, *Luftqualitälskriterien NO_x Osterr.* Akad. Wissenschaften, Viena, 1987.

[11] Häckl, A. E. Gesselschaft ósterreichischer Chemiker, Schriftenreih Umweltschutz, Band 9, Emissionsringerung Stand der Technik, Viena, 1989.

[12] ECE/EB—AIR/14 National Strategies and Policies dor Air Pollution Abatement, United Nations Publications, NY, 1987.

[13] *. * * *NO_x Task Force, Operating experiences with NO_x abatement at stationary sources.* Draft, 1991, Karlsruhe

[14] Eishaut A. J. și col. *Die Oxidaton von NO zu NO_x in Abgasfahnen von Ktaftwerken.* În: VGB, 1984, 7, 648—654.

[15] *Arrêté du 27 Juin 1990 relatif à la limitation des rejets atmosphérique des grandes installations de combustion* Paris, 1990.

(Primit la 25 mai 1992, acceptat la 2 septembrie 1992)

Primim de la :

ASOCIAȚIA TEHNICĂ PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ DIN ROMÂNIA—ATEER

În luna aprilie 1990 a fost înregistrată la tribunalul sectorului I București Asociația Tehnică pentru Eficiență Energetică din România (ATEER), una din primele asociații profesionale înființate în țara noastră după decembrie 1989.

Asociația Tehnică pentru Eficiență Energetică din România (ATEER) este o organizație autonomă cu personalitate juridică, nonprofit, neguvernamentală și fără caracter politic.

Scopul ATEER este de a contribui la creșterea eficienței în utilizarea energiei carburanților și combustibililor prin cunoașterea și susținerea realizărilor valoroase privind economia de energie, dezvoltarea tehnologiilor performante sub aspectul consumurilor energetice și valorificarea rentabilă a resurselor energetice refolosibile și a surselor neconvenționale de energie.

ATEER își propune :

— să organizeze dezbateri tehnico-științifice asupra soluțiilor de conservare a energiei care pot fi promovate în condiții de eficiență economică, precum și asupra legislației și normativelor tehnice în aceste domenii ;

— să asigure un larg acces la informația tehnologică privind căile și soluțiile de creștere a eficienței energetice ;

— să stimuleze și să susțină creația tehnică orientată spre utilizarea energiei, combustibililor și carburanților în condiții de înaltă eficiență ;

— să prezinte propuneri unităților economice, institutelor și organismelor guvernamentale interesate privind reducerea energointensivității tehnologice, creșterea randamentelor energetice ale mașinilor și instalațiilor, valorificarea resurselor energetice refolosibile și a surselor neconvenționale de energie.

În vederea realizării obiectivelor propuse, ATEER își propune să dezvolte o gamă largă de acțiuni. Astfel :

— organizează colaborări cu unitățile economice, institutele, Academia Română, institutele de învățământ superior, organizațiile științifice, profesionale, sindicale și obștești ;

— organizează, prin membrii asociației, activități de consultanță și expertize tehnice ;

— realizează sinteze documentare, anchete, colocvii, reuniuni și vizite tehnice, schimburi de experiență, cursuri de perfecționare profesională ;

— realizează propagandă tehnică pentru sensibilizarea și informarea publicului, întreprinderilor, organismelor guvernamentale și colectivităților locale ;

— organizează și desfășoară acțiuni de colaborare cu organizații cu profil de activitate similar din străinătate ;

— editează o revistă și alte publicații proprii ;

— acordă distincții și premii, contribuie la protejarea conform legii a ideilor.

ATEER este organizată pe acțiuni de specialitate, asociații teritoriale și asociații locale.

Organele ATEER sînt :

— Conferința ATEER
— Consiliul ATEER
— Biroul Consiliului ATEER
— Comisia de cenzori

În ziua de 27 octombrie 1992 a avut loc la sediul ICEMENERG întrunirea membrilor fondatori (34 de membri) și ATEER, în cadrul căreia au fost stabilite acțiunile necesare în vederea revigorării asociației în viitorul apropiat.

Pe parcursul discuțiilor s-a arătat că sfera de activitate a asociației este deosebit de generoasă, economia țării noastre avînd un grad de intensivitate energetică de circa 3 ori mai ridicat decît cel înregistrat în țările dezvoltate. Eficiența de utilizare a energiei fiind încă scăzută, este necesară în toate sectoarele, și în primul rînd în industrie, creșterea ei.

Existența altor asociații cu preocupări înrudite (de ex : SOCER, SIER etc.) trebuie să constituie un factor stimulativ pentru ATEER. O „concurență" între aceste asociații nu poate fi decît benefică pentru economia națională.

Pentru afirmarea asociației la nivel național este necesară realizarea unei structuri organizatorice care să coordoneze dezvoltarea ATEER în această fază (primiri de noi membri, publicitate privind existența asociației, scopurile și activitățile sale).

În conformitate cu statutul au fost alese : Consiliul ATEER format din 15 membri și biroul consiliului format din șapte persoane. Componența biroului este următoarea :

— prof. dr. ing. Costin Moțoiu — președinte ATEER
— dr. ing. Jean Constantinescu — vicepreședinte
— ing. Mircea Breazu — vicepreședinte
— ing. Vasile Rugină — secretar delegat
— ing. Constantin Popescu — membru
— ing. Dumitru Manea — membru
— ing. Natalia Burchiu — membru

Consiliul ATEER (inclusiv biroul său) are ca principală misiune atragerea de noi membri ATEER (individuali și colectivi), consolidarea situației financiare a asociației prin strîngerea cotizațiilor, efectuarea unei publicități în mass-media și pregătirea activității viitoare.

În momentul în care asociația s-a dezvoltat suficient de mult ca număr de membri, va fi convocată o conferință care să aleagă o conducere definitivă pe 2 ani.

În această etapă, sediul ATEER va fi în localul ICEMENERG din Bd. Energeticienilor nr. 8, sector 3.

Manifestări tehnico-științifice

SIMPOZIONUL „SIGURANȚA ÎN FUNCȚIONARE A INSTALAȚIILOR ENERGETICE" EDIȚIA A XII-A

Timișoara 28 — 29 octombrie 1992

Societatea inginerilor energeticeni din România (SIER) în colaborare cu RENEL, ISPE, FRE Timișoara, Institutul Politehnic București — Facultatea de Energetică și Universitatea Tehnică din Timișoara — Facultatea de Electrotehnică au organizat la Timișoara în zilele de 28 și 29 octombrie 1992 un Simpozion de „Siguranță în funcționare a instalațiilor energetice" — ediția a XII-a.

Scopul simpozionului a fost organizarea unui schimb de informații cu privire la aspectele teoretice, practice și economice referitoare la siguranța în funcționare a centralelor electrice, a rețelelor electrice, creșterea calității echipamentului energetic folosit în SEN, urmărind probleme legate de concepția, proiectarea, exploatarea și întreținerea acestuia în vederea asigurării unui grad înalt de fiabilitate.

Din comisia tehnică de organizare a simpozionului au făcut parte : președinte : prof. dr. ing. Vasile Nitu — I.P. București, principalul organizator și inițiator al simpozionului ; vicepreședinte : ing. Corneliu Pîslaru — director tehnic DGTDEE
membri : prof. dr. ing. Cezar Ionescu — I.P. București
prof. dr. ing. Mircea Nemeș — U.T. Timișoara
ing. Mircea Ciobanu — ISPE, București
ing. Liviu Milea — director tehnic FRE Timișoara,
iar din comisia organizatorică, deloc de neglijat dacă se are în vedere volumul de muncă depus și rezultatele obținute : ing. Ioan Urmă, ing. Ernest Putnoky, ing. Grațian Covaci, ing. Adrian Stănescu, ing. Vasile Pop, ing. Gheorghe Cumpănaș, ing. Vasile Cîrnu, ing. Elena Dorneanu — toți de la FRET și ing. Vasile Dragu de la Facultatea de Electrotehnică din Timișoara. Trebuie menționată aici deosebit de buna organizare a simpozionului asigurată de către FRET.

Programul-invitație, conceput ca un omagiu adus ctitorului școlii de Electrotehnică din Timișoara, regretatul prof. dr. docent ing. Plautius Andronescu, poartă ca motto din cugetările distinsului dascăl : „Energeticianul este ca un vector, își caută uneori direcția, dar niciodată sensul, care este spre progres". Pentru a nu se uita că Timișoara a fost primul oraș din Europa care a introdus (încă în 1884) iluminatul electric al străzilor, în program sînt reproduse și fragmente din presa vremii referitoare la acest eveniment important.

În cuvîntul de deschidere, prof. dr. doc. Vasile Nitu a arătat că organizarea unor simpozioane pe teme de fiabilitate în energetică a devenit la noi în țară o tradiție, prima ediție a acestui simpozion fiind cea care a consacrat școala românească de fiabilitate pe plan mondial.

Cele 110 lucrări științifice înscrise la acest simpozion au reflectat rodul activității de cercetare științifică a unui număr de 182 specialiști din România și din Moldova de dincolo de Prut. La elaborarea lucrării au participat specialiști din țară, din institutele de învățămînt superior din București, Iași, Timișoara, Cluj, Suceava, Constanța, Oradea, din institute de cercetare și proiectare : I.S.P.E. București, ICEMENERG București și din unitățile productive de profil : filialele F.R.E. din Cluj, Timișoara, Bacău, Suceava, Botoșani, Ploiești, precum și de la Institutul de Energetică al Academiei de Știință din Republica Moldova.

Lucrările simpozionplui s-au desfășurat în cinci secții :

SECȚIA I : Metode, modele și programe pentru calculul fiabilității S.E.N. și a instalațiilor sale

Președintele secției — prof. dr. ing. Nitu Vasile, care a prezentat și referatul de sinteză asupra lucrărilor secției.

S-au înscris 34 de lucrări, redactate de 47 de autori, toate temele urmărind aspecte teoretice generale din cercetările de fiabilitate cu aplicații la SEN. Putem remarca aici — fără pretenția de a fi o enumerare completă — lucrările : *Posibilități de simplificare a unor modele de calcul al fiabilității schemelor tehnologice*, autori : ing. Manfred Stein, ing. Dan Anastasiu de la ISPE și prof. dr. ing. Cezar Ionescu de la I.P. București ; *Formalizarea cunoștințelor pentru generarea automată a stărilor și tranzițiilor pentru analizele de fiabilitate ale stațiilor electrice*, autori : prof. dr. ing. Cezar Ionescu de la I.P. București și ing. Cristina Zahalca de la ISPE ; *Principiile conceptuale ale sistemului de analiză a fiabilității rețelelor cu ajutorul calculatorului electronic* (C.E.)—doc. ing. T. Erhan, ing. H. Temnenco și ing. V. Temnenco de la Institutul de Energetică din Chișinău.

SECȚIA a II-a: Siguranța în funcționare a centralelor electrice. Soluții, căi și mijloace de creștere a disponibilității

Președintele secției — ing. Dan Racovițan de la ISPE — București, care a prezentat și referatul de sinteză asupra lucrărilor secției.

S-au înscris 16 lucrări, redactate de 37 de autori, în majoritate de la ISPE (9 lucrări).

S-au urmărit probleme de retehnologizare a centralelor electrice, spre exemplu lucrarea *Retehnologizarea instalațiilor electrice și de automatizări din centralele termoelectrice având ca obiectiv major creșterea disponibilității în funcționare a grupurilor energetice*, autori D. Racovițan, V. Mivu, E. Neniță și N. Canja de la ISPE sau *Creșterea siguranței în funcționare a serviciilor proprii de medie tensiune din termocentrale prin trecerea acestora la funcționarea cu neutrul legat la pământ prin rezistență*, autori D. Racovițan, N. Canja, I. Bors, M. Coteanu și L. Andreescu; probleme referitoare la realizari de vîrf a echipamentelor, de retehnologizare prin introducerea microprocesoarelor și a calculatoarelor electronice în centralele electrice, ca de exemplu lucrarea: *Rețele de calculatoare, o contribuție importantă la creșterea siguranței în funcționare a centralelor electrice* — autori D. Racovițan, V. Mivu, M. Țapuș, C. Beschea, M. Balanță, L. Țînțăreanu, F. Manea, I. Condreescu, și G. Spiridon — toți de la ISPE. Un alt grup de probleme a tratat soluții noi în echipamentul de comandă, măsură, reglaj — spre exemplu lucrarea: *Evoluția în aparatura de măsură și reglaj din termocentrale în vederea creșterii fiabilității*, autori: I. Păunescu și M. Dobrin de la ICEMENERG — București.

SECȚIA a III-a: Siguranța în funcționare a SEN și a instalațiilor de rețele; automatizări de sistem, rețele de distribuție

Președintele secției: ing. Stein Manfred de la ISPE București, care a prezentat și referatul de sinteză asupra lucrărilor secției.

S-au înscris 27 de lucrări, redactate de 34 de autori. Lucrările prezentate au indicat două preocupări majore: a) proiectarea rețelelor electrice din punctul de vedere al fiabilității și b) reabilitarea instalațiilor de rețele pentru a corespunde criteriilor internaționale din punctul de vedere al fiabilității. Din cadrul primei preocupări se pot menționa lucrările: *Necesități și priorități în reactualizarea criteriilor de dimensionare a SEN*, autori dr. ing. Gh. Manolescu și dr. ing. Ane Marie Petrescu de la ISPE București, cît și lucrarea *Soluția optimă de creștere a disponibilității sistemului energetic național*, autori ing. I. Rențea și M. Săndulescu de la ICEMENERG București. Din cea de-a doua grupă de preocupări se menționează lucrarea: *Concepția și soluțiile preconizate în vederea creșterii fiabilității sistemului de transmisie a informațiilor prin TIF la FRE Timișoara*, autori ing. G. Cumpănaș și ing. V. Nesin de la FRE Timișoara.

SECȚIA a IV-a: Echipamentele energetice; creșterea calității și fiabilității în funcționare

Președintele secției, conf. dr. ing. Velicescu Corneliu de la Facultatea de Electrotehnică din Timișoara, a prezentat și referatul de sinteză asupra lucrărilor din grupa a IV-a. S-au înscris 16 lucrări redactate de 30 de autori. Lucrările prezentate au evidențiat două tendințe: una referitoare la studiul direct (prin teste) a echipamentului din domeniul energetic, ca de pildă lucrările: *Încercări în laboratorul de înaltă tensiune în scopul creșterii fiabilității cablurilor de 20 kV*, autori: prof. dr. ing. M. Nemeș, conf. dr. ing. C. Velicescu, conf. dr. ing. V. Titihăzan și ș.l.dr. ing. M. Titihăzan, de la U.T. Timișoara și lucrarea: *Testarea fiabilității rețelelor complexe*, autor ing. I. Viziteu de la FRE Bacău. Cea de a doua tendință a urmărit găsirea de modele probabilistice pentru stabilirea disponibilității și fiabilității SEE, putînd exemplifica în această direcție lucrare: *Sistem de supraveghere operațională și calcul al parametrilor de fiabilitate pentru echipamentele sistemelor de securitate și proces ale CNE cu reactor tip PHWR*, autori ing. I. Banica și ing. F. Sociu de la ICEMENERG București, sau lucrarea: *Considerații privind disponibilitatea echipamentelor componente ale CNE*, autori ing. G. Romașcu și ing. I. Nichitoaia, de la ISPE — București.

SECȚIA a V-a: Influența modului de realizare, exploatare și întreținere a instalațiilor asupra siguranței în funcționare. Fiabilitatea factorului uman, influența domeniilor de graniță (economic, legislativ etc.) asupra creșterii fiabilității în energetică

Președintele secției: ing. Cristina Bărbulescu de la ISPE București, care a prezentat și referatul de sinteză. S-a înscris un număr de 17 lucrări, redactate de 34 autori, indicînd preocupări eterogene: probleme curente de exploatare, prezentarea unor avarii în funcționare, probleme legate de protecția prin relee, cît și de protecția prin siguranțe fuzibile, indicatori

psihologici etc. De fapt problematica abordată ar putea fi grupată în două teme mari : a) influenţa modului de realizare, exploatare şi întreţinere a echipamentelor din centrale şi reţele electrice asupra fiabilităţii acestora, de exemplu lucrarea : *Preocupări ale FRE Bacău pentru ameliorarea realizării, exploatării şi întreţinerii instalaţiilor şi reflectarea lor în siguranţa în funcţionare*, autor ing. D. Schiopu — FRE Bacău, sau lucrarea : *Creşterea gradului de siguranţă a instalaţiilor FRE Timişoara prin prevenirea efectelor poluării*, autori : ing. Elena Dorneanu, ing. M. Tomescu de la FRE Timişoara şi b) fiabilitatea factorului uman (exemplu lucrarea : *Analiza fiabilităţii factorului uman — componenta esenţială a analizei probabilistice a securităţii centralelor nuclearoelectrice*, autori : ing. M. Manicuţa şi ing. I. Manicuţa de la ICEMENERG Bucureşti).

Desigur, că în scurta prezentare de mai sus nu a fost posibilă enumerarea tuturor lucrărilor valoroase înscrise la acest simpozion, dar prin exemplificările date s-a urmărit formarea unei imagini de ansamblu asupra problematicii abordate. Lucrările prezentate şi discuţiile purtate au relevat diversele preocupări legate de siguranţa în funcţionare a instalaţiilor energetice, tendinţele actuale pe plan mondial şi naţional, jalonînd problemele pentru a căror rezolvare trebuie să-şi îndrepte atenţia în viitor specialiştii, atît cei din institutele de cercetare — proiectare, cît şi cei din învăţămînt, dar nu în ultimul rînd şi cei din exploatare.

În încheierea lucrărilor simpozionului domnul prof. dr. doc. V. Nitu a subliniat ca îmbucurător faptul că la lucrări a fost o foarte bună participare, pe lîngă cei circa 200 de specialişti, fiind şi mulţi studenţi.

Simpozionul a constituit o excelentă posibilitate de a crea legături între specialiştii din ţară preocupaţi de siguranţa în funcţionare a echipamentelor energetice, cît şi a SEN.

Din informaţiile primite, am aflat că inimoşii organizatori de la FRE Timişoara vor multiplica — la cerere — pentru uz intern, lucrările prezentate la Simpozion.

Prof. dr. ing. CORNELIA-ELENA IVAŞCU
Catedra de Electroenergetică, Facultatea de Electrotehnică,
Universitatea Tehnică din Timişoara

Recenzie

MIHAI CONSTANTINESCU : **BARAJE DE GREUTATE DIN BETON. Editura Tehnică, 1992**

Lucrarea prezintă contribuţii ale autorului la studiul, proiectarea şi execuţia barajelor de greutate din beton, clasice şi precomprimate.

Expunerea este structurată în trei părţi principale. **Prima parte** se ocupă de barajele de greutate masive cu profil triunghiular, dimensionate prin condiţiile uzuale astfel încît, în situaţia de lac plin, compresiunea efectivă normală să se anuleze la piciorul amonte şi stabilitatea la alunecare pe fundaţie să fie asigurată. Se tratează în paralel două cazuri : cazul general şi cazul cu paramentul amonte vertical.

Prin integrarea ecuaţiilor diferenţiale de echilibru static se obţin procedee practice de trasare a liniilor de egal efort principal maxim şi minim şi de egal efort tangenţial maxim, cît şi traiectoriile acestora. Aşa după cum precizează autorul, determinarea pe cale analitică a traiectoriilor eforturilor menţionate constituie o premieră ; totodată, soluţia matematică obţinută este calitativ superioară faţă de metodele numerice care folosesc calculatorul electronic.

Rezultatele obţinute sînt aplicate la cîteva cazuri, inclusiv la barajul Bicaz. Pe baza studiului se fac recomandări practice, în mod particular o propunere de zonare a betoanelor în barajele de greutate.

A doua parte a lucrării tratează barajele de greutate precomprimate cu ajutorul cablurilor de ancorare. Sînt descrise cazuri în care precomprimarea a fost utilizată pentru supraînălţarea unor barje, sau ca soluţie aleasă de la început. Sînt prezentate metode de calcul pentru baraje precomprimate cu paramente avînd suprafeţe plane sau curbe, bazate pe limitarea eforturilor în beton.

Autorul elaborează o metodă originală de integrare a ecuaţiei diferenţiale de variaţie pe înălţime a secţiunii barajului, în condiţia menţionată. Se expune, de asemenea, modul de stabilire a forţei de precomprimare în funcţie de înălţimea barajului, astfel încît să se obţină un cost minim al investiţiei. Metodele respective sînt susţinute de exemple de calcul, care le evidenţiază eficacitatea.

În a treia parte a cărţii se prezintă două cazuri de aplicare la baraje a ancorajelor de precomprimare. La primul dintre ele, barajul Ksob din Algeria, autorul a participat ca executant între anii 1972 şi 1976. Barajul iniţial, cu contraforţi şi bolţi multiple, de 31 m înălţime şi 250 m lungime la coronament, a fost supraînălţat cu 15 m, folosind ancore de precomprimare.

Al doilea caz este consolidarea prin ancore de precomprimare a versantului stîng de la barajul Paltinul. Ancorele, de pînă la circa 3 MN capacitate, au fost fixate la adîncimi de pînă la 50 m.

ing. V. MIHĂILESCU — ISPH Bucureşti

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE PE ANUL 1993, ORGANIZATE DE RENEL

Denumirea manifestării	Organizator Colaboratori	Locul și data
1	2	3
Aniversarea a 40 de ani de existență a revistei ENERGETICA	Colegiul de redacție al revistei + ICEMENERG DSDE	18 martie București*
Consfătuire cu tema : „Optimizarea utilizării energiei electrice la consumatorii industriali și similari"	ISPE ICEMENERG GRUP CONTROL GENERAL DGTDEE-FRE Pitești, ministerele și departamentele din industrie, transporturi și agricultură	Pitești 24—25 martie 1993
Consfătuire cu tema „Informarea documentară tehnică în energetică"	ICEMENERG + CIDE DGTDEE ISPE DSDE FRE Tg. Jiu	Tg. Jiu 22—23 aprilie 1993
Simpozion cu tema : „Informatica în energetică"	ICEMENERG + ISPE Centrul de informatică RENEL DGPEET FE Brașov	Brașov 6—7 mai 1993
Consfătuire cu tema : „Metode noi de abordare a analizei asistată de calculator privind funcționarea instalațiilor energetice"	SIER + ISPE ICEMENERG DSDE DGPEET FE Arad	Arad 20—21 mai 1993
Simpozion cu tema : „Utilizarea combustibililor solizi inferiori la producerea energiei electrice și termice" (ediția a VI-a)	ICEMENERG + SIER DGPEET FE Oradea	Oradea 10—11 iunie 1993
Simpozion cu tema : „Invențiile de serviciu și realizările tehnice noi la unitățile RENEL"	ICEMENERG + SIER DSDE DGTDEE FRE Tîrgoviște	Tîrgoviște 24—25 iunie 1993
Ziua Energeticianului Simpozion cu tema : „Precursori ai energeticii românești : 110 ani de la nașterea prof. Dimitrie Leonida"	SIER + Muzeu Tehnic DSDE DGTDEE FRE București	București 20—21 iulie 1993
Simpozion cu tema : „Sistemele calității și strategia de implementare a acestora în RENEL"	ICEMENERG ISPE, DGPEET, DGTDEE, FE Rm. Vîlcea	Rm. Vîlcea 10—20 iulie 1993
Concurs profesional „Tofeul energeticianului"	DGTDEE + Centrul de Formare Profesională DSDE, FRE Iași	Iași 22—23 iulie 1993

* Detaliile de desfășurare vor fi comunicate în timp util prin invitații speciale trimise de Colegiul de redacție și ICEMENERG.

1	2	3
Simpozion privind siguranţa în funcţionare cu tema „Tehnici de mentenanţă şi diagnoză în instalaţiile energetice"	ISPE + SIER ICEMENERG DGTDEE FRE Cluj	Cluj 9—10 septembrie 1993
Sesiune de comunicări cu tema : „Eficienţa economică în energetică"	ISPE + SIER DSDE, DGTDEE, DGPEET FRE Ploieşti FE Ploieşti	Ploieşti 16—17 septembie 1993
Consfătuire cu tema : „Impactul termocentralelor asupra mediului înconjurător. Perspectiva reducerii poluării"	ICEMENERG ISPE, DSDE, DGPEET, FE Deva	Deva 23—24 septembrie 1993
Consfătuire cu tema : „Calitatea şi comportarea în exploatare a echipamentelor energetice"	ICEMENERG + SIER ISPE, DSDE, DGPEET	Craiova 7—8 octombrie 1993
Consfătuire cu tema : „Probleme chimice în termocentrale" (ediţia XXI)	ICEMENERG DGPEET FE Brăila	Brăila 27—28 octombrie 1993
Consfătuire de termoenergetică şi termoficare (ediţia XX)	STT şi ISPE D S D E I P Bucureşti	Braşov 10—11 decembrie 93

ANUNŢ

Din colecţia de reviste a redacţiei lipseşte anul 1981.

Facem apel la abonaţii care au colecţia revistei să ne pună la dispoziţie numerele 1—12 din anul 1981, fie definitiv, fie sub formă de împrumut.

Aşteptăm ofertele dv. la redacţia revistei ENERGETICA.

Despre Organizaţia pentru Cooperare şi Dezvoltare Economică (OCDE) şi Agenţia Internaţională a Energiei (IEA)

La 30 septembrie 1961 şi-a început activitatea Organizaţia pentru Cooperare şi Dezvoltare Economică (OCDE), ca urmare a articolului 1 al Convenţiei semnate la 14 decembrie 1960 la Paris. OCDE are ca obiectiv promovarea politicilor vizînd :

— realizarea unei expansiuni mai puternice a economiei şi atingerea unui standard de viaţă în creştere în ţările membre, în paralel cu menţinerea stabilităţii financiare, contribuind astfel la dezvoltarea economiei mondiale ;

— contribuţia la o expansiune economică sănătoasă în ţările membre, precum şi în ţările nemembre, în scopul dezvoltării economice ;

— contribuţia la expansiunea comerţului mondial pe o bază multilaterală şi nediscriminatorie, în conformitate cu obligaţiile internaţionale.

Ţările membre ale OCDE sînt : Germania, Austria, Belgia, Canada, Danemarca, Spania, SUA, Franţa, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Luxemburg, Norvegia, Olanda, Portugalia, Marea Britanie, Suedia, Elveţia şi Turcia. Următoarele ţări au devenit ulterior membre prin adeziune, la datele indicate : Japonia (28 aprilie 1964), Finlanda (28 ianuarie 1969), Australia (7 iunie 1971) şi Noua Zeelandă (29 mai 1973). Iugoslavia ia parte la anumite lucrări ale OCDE (din 28 octombrie 1961).

Agenţia Internaţională a Energiei (AIE) este un organ autonom, instituit în noiembrie 1974 în cadrul OCDE, în scopul definirii unei politici internaţionale a energiei.

Agenţia pune în funcţiune un program general de cooperare pe termen lung între douăzeci şi una din cele douăzeci şi patru de ţări membre ale OCDE.

Obiectivele fundamentale ale AIE sînt următoarele :

— realizarea unei cooperări între ţările participante ale AIE în vederea reducerii dependenţei lor excesive de petrol prin economisirea energiei, dezvoltarea surselor de energie alternative, precum şi cercetarea şi dezvoltarea în domeniul energiei ;

— stabilirea unui sistem de informare asupra pieţei internaţionale a petrolului, precum şi consultaţii cu companiile petroliere ;

— cooperarea cu ţările producătoare de petrol în vederea dezvoltării unui comerţ internaţional stabil al energiei şi realizării unei gestiuni şi unei utilizări raţionale a resurselor energetice în lume, în interesul tuturor ţărilor ;

— elaborarea unui plan destinat pregătirii ţărilor participante în eventualitatea unei bulversări importante a aprovizionării cu petrol şi împărţirii petrolului disponibil în caz de criză.

Ţările participante la AIE sînt : Germania, Australia, Austria, Belgia, Canada, Danemarca, Spania, SUA, Grecia, Irlanda, Italia, Japonia, Luxemburg, Norvegia, Noua Zeelandă, Olanda, Portugalia, Marea Britanie, Suedia, Elveţia şi Turcia.

AIE şi ţările membre urmăresc obiectivele printr-o cooperare şi coordonare a politicii energetice. Principalul scop al agenţiei este securitatea energetică într-un mediu ambiant avînd o calitate acceptabilă. Acest scop se realizează printr-o piaţă a energiei transparentă, eficienţă energetică, diversificarea alimentării cu energie şi dezvoltarea tehnologiilor noi energetice.

Agenţia întocmeşte anual studii cu diferite tematici de interes actual.

Ministerul Industriei a primit o serie din aceste studii, care sînt foarte utile pentru realizarea unei concepţii corecte privind politica energetică :

1. Lupta contra emisiilor din centralele electrice şi din industrie (1989).

2. Energia şi mediul ambiant. Vedere de ansamblu a politicii OCDE (1990).

3. Emisia de gaze şi efectul de seră. Rolul energiei (1991).

4. Eficienţa energetică şi mediul ambiant (1991)

5. Politica energetică a Poloniei. Trecerea în revistă a anului 1990

6. Politica energetică a Ungariei. Trecerea în revistă a anului 1991

7. Energia în ţările care nu fac parte din OCDE. Referire la anul 1991. Capitolul II conţine „Dezvoltările energetice în ţările cu economie de tranziţie".

Se consideră utilă examinarea acestor studii care pot ajuta la orientarea şi luarea deciziilor, protecţia mediului ambiant, economisirea resurselor etc.

ing. ANTON ROŞU
ICEMENERG — Bucureşti

PREZENTAREA PROGRAMULUI ENERGY EFFICIENCY 2000

În cadrul preocupărilor RENEL de rezolvare a problemelor cu care se confruntă Regia în perioada în care economia țării noastre se află în așa-numita „perioadă de tranziție", un loc important îl ocupă, printre altele, și fructificarea, într-o măsură cît mai mare, a relațiilor instituite cu diferite instituții, organisme și organizații internaționale, cu activități în domeniul energetic.

Printre aceste organisme se numără și Comisia Economică ONU pentru Europa (ECE).

United Nations Economic Commission for Europe (ECE) a fost creată în 1947 de Consiliul Economic și Social, pentru a promova și întări relațiile economice din regiune între țări avînd sisteme sociale și economice diferite. Comisia este compusă din 34 de guverne, reprezentînd toate țările din Europa de est și de vest, precum și Statele Unite ale Americii și Canada.

ECE este un forum unic pentru cooperarea est-vest în domeniile economice, tehnologic și de mediu. Concepută inițial ca o organizație preocupată de reconstrucția Europei în urma devastărilor produse de cel de-al doilea război mondial, ECE s-a adaptat și s-a schimbat odată cu trecerea timpului.

În timpul celei de-a 45-a sesiuni din decembrie 1990, ECE a stabilit noi priorități, metode de lucru, structură și utilizare a resurselor secretariatului care, între altele, sporesc capacitatea ECE de a promova procesul de reforme economice și de tranziție de la economiile centralizate la cele de piață și o realizare susținută, prin introducerea considerațiilor și preocupărilor privind mediul, în toate domeniile programului de lucru al ECE.

Colaborarea cu această comisie îmbracă diferite forme, cum ar fi : participarea la seminarii și simpozioane tehnice, organizarea unor consfătuiri cu specialiști din străinătate, primirea unor documentații.

Este de acum cunoscut că țara noastră a organizat în ultimii doi ani, sub egida ECE—ONU, un număr de trei ateliere de lucru (Iași, Deva și Curtea de Argeș) în probleme de tarife și protecția mediului. La aceste ateliere a participat un număr important de specialiști din țară și străinătate. De asemenea ,pentru anul 1993 este înscris atelierul de la Brașov privind centralele electrice și alimentarea cu căldură.

Unul din programele importante prin care ECE contribuie la intensificarea comerțului și cooperării în domeniul creșterii eficienței energetice între țările din regiunea ECE este și programul **ENERGY EFFICIENCY 2000.** În cele ce urmează se vor prezenta cîteva elemente care definesc acest program.

Economiile din Europa centrală și de est au o eficiență energetică echivalentă cu jumătatea celei din economiile de piață. Într-o mare măsură, această diferență reflectă o utilizare ineficientă a energiei, dar există și alte motive. Diferențe de randament există, de asemenea, și între economiile de piață.

Reducerea acestei diferențe la jumătate ar duce la economisirea a 540 milioane tone de petrol convențional (mtoe) în anul 2000, din care 90% ar fi reprezentat de combustibilii fosili. Emisiile nocive de SO_2 și CO_2 s-ar reduce cu 20—25% față de tendințele continue din regiunea ECE. Reducerea emisiilor de CO_2 cu 10% în regiunea ECE se traduce printr-o reducere de 5—6% a nivelurilor globale de CO_2.

În declarația guvernamentală de la Bergen, din mai 1990, privind dezvoltarea în regiunea ECE, guvernele au căzut de acord să inițieze o vastă campanie „Energy Efficiency 2000" care să intensifice comerțul și cooperarea în domeniul tehnicilor cu eficiență energetică și nepoluante din punctul de vedere al mediului, pentru a reduce diferența de eficiență energetică între practicile actuale și cele mai bune tehnologii și între țările ECE, în special între est și vest, prin acțiuni naționale, bilaterale, multilaterale și mai ales prin intermediul ECE.

Consilierii guvernelor ECE, specializați în energie, au adoptat inițiativa de punere în practică, în octombrie 1990, a programului Energy Efficiency 2000 (EE 2000). La întîlnirea ad-hoc din ianuarie 1991 s-au elaborat modalitățile de realizare a proiectului. Operațiunile au început la 1 iunie 1991, cînd planul proiectului a fost aprobat de Comitetul de Conducere al EE 2000, la prima sa întîlnire din 28—30 mai 1991, de la Geneva.

Obiectiv

Scopul principal al proiectului este să intensifice comerțul și cooperarea în domeniul tehnologiilor eficiente energetic și nepoluante din punctul de vedere al mediului și al practicilor de management între statele participante, în special între fostele economii cu planificare centralizată și economiile de piață.

Rezultate urmărite

Pentru atingerea acestui obiectiv, proiectul trebuie să realizeze şase rezultate principale.
Rezultat 1: Contacte sporite între oameni de afaceri, bancheri, funcţionari din domeniul comerţului, ingineri şi manageri în domeniul energetic— constituie punctul cel mai important.
Rezultat 2: O reţea şi o listă a persoanelor competente din întreprinderile, băncile şi ministerele respective.
Rezultat 3: Un schimb de informaţii asupra instrumentelor legale, subvenţiilor, proiectelor de credit, caracteristicilor energetice şi normelor tehnice.
Rezultat 4: O listă a serviciilor, produselor şi tehnologiilor alese pentru eficienţa lor energetică, controlul şi diminuarea poluării mediului, referitoare în special la statele membre ECE în tranziţie şi dezvoltate din punct de vedere economic.
Rezultat 5: Descrierea proiectelor pilot şi experimentale curente pentru economisirea energiei în construcţii, industrie, agricultură şi transport în Europa centrală şi de est.
Rezultat 6: Analize pentru identificarea practicilor de management şi a tehnologiilor cheie, eficiente din punct de vedere energetic pentru determinarea impactului lor potenţial asupra economiei de energie şi calităţii mediului, în cadrul economiilor ECE în tranziţie şi dezvoltare şi pentru identificarea proiectelor experimentale corespunzătoare în promovarea comerţului şi cooperării în acest domeniu.

Metode de lucru

Se are în vedere realizarea de contacte sporite, mai ales în timpul tîrgurilor internaţionale şi întîlnirilor de afaceri naţionale anuale, oriunde acestea vor avea loc, multe dintre ele deja planificate sau prevăzute. Prezentări ale „*Cooperării şi comerţului est-vest în domeniul serviciilor de management şi tehnologiei eficiente din punct de vedere energetic*" în cursul celor 20 de întîlniri anuale, vor avea loc în cadrul proiectului, atunci cînd sînt necesare. Acestea se vor desfăşura de-a lungul a 3 ani, începînd cu 1991.

Printre evenimentele majore se menţionează: „*Simpozionul ECE asupra măsurilor eficiente din punct de vedere energetic în industrie*" (Bled—Iugoslavia) şi „*Simpozionul ECE privind influenţa benefică asupra mediului a conservării energiei*" (Moscova 1992).

Serviciile de informaţie vor furniza listinguri, descrieri de tehnologie, analize şi rapoarte pe formulare tipărite sau pe diskete, dacă este cazul. Acestea vor fi puse în circulaţie ca publicaţii comerciale.

Participare

Proiectul este promovat sub auspiciile Comitetului ECE de Energie, iar realizarea lui este coordonată de un Comitet de Conducere compus din reprezentanţi ai guvernului şi/sau reprezentanţi ai instituţiilor naţionale participante din toate statele membre ale ECE. Iau parte, de asemenea, organizaţii interguvernamentale interesate ca Banca Mondială, Agenţia Internaţională pentru Energie, Comunitatea Economică Europeană şi agenţiile specializate ale Naţiunilor Unite. Participarea la desfăşurarea proiectului este încurajată printre funcţionarii guvernamentali, bancheri, manageri în domeniul energetic şi experţi care lucrează în domeniul eficienţei energetice şi diminuării poluării mediului în regiunea ECE.

Energy Efficiency 2000 este condus de Divizia pentru Energie ECE. Directorul Diviziei pentru Energie este dl. Klaus Brendow, iar director al Energy Efficiency 2000 Project este dl. Frederic Romig.

Finanţare

Proiectul este sprijinit direct de guvernele şi instituţiile participante prin contribuţii la Energy Efficiency 2000 Trust Fund, administrat de Naţiunile Unite. Acesta este verificat de Comisia de cenzori externi a Naţiunilor Unite şi de Divizia pentru control intern a Naţiunilor Unite.

Sprijinul este acordat sub formă de contribuţii în bani la Trust Fund, ca şi sub formă de resurse ce vor fi consumate local de către instituţiile participante la activităţile proiectului. În plus, un mare număr de economişti specializaţi în domeniul energetic vor lucra cu Secretariatul proiectului, din partea instituţiilor naţionale, pe durata proiectului.

Ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU
Ing. GABRIEL ROMAŞCU

De personis

ANDREI CĂLIN MIHĂILEANU a împlinit 70 de ani

Cine îl cunoaşte mai puţin pe Andrei Călin Mihăileanu va fi foarte mirat să afle că un om care răspîndeşte în jurul său numai tinereţe, bună dispoziţie şi este în plină acţiune profesională a ajuns la o vîrstă pe care unii o consideră înaintată, care îl plasează pe om în afara unei activităţi mai susţinute.

În pofida acestei nepotriviri, dr. ing. Andrei Călin Mihăileanu a ajuns la cel de al 70-lea an al vieţii, fiind născut în Arad la 5 martie 1923.

Dovedind încă din adolescenţă aptitudini intelectuale deosebite, a intrat în primul an al Şcolii Politehnice din Bucureşti la vîrsta de 17 ani. Foştii lui colegi de facultate şi prietenii din perioada de studenţie îşi amintesc cu plăcere de faptul că era unul din cei mai străluciţi studenţi, că în cadrul orelor de curs şi de seminar intervenţiile lui şi dialogurile cu profesorii şi asistenţii erau deosebit de interesante, pertinente, la obiect, dovedind nu numai o cultură tehnică, ci şi umanistă, care desigur rezulta dintr-o foarte largă informare şi care depăşea cu mult sfera cursurilor predate. Bun cunoscător al mai multor limbi străine, a folosit din plin şi literatura din alte ţări.

După terminarea facultăţii în anul 1945 a fost angajat prin selecţie la societatea Concordia Departamentul Electric din Cîmpina, companie care se ocupa cu alimentarea cu energie electrică a industriei petroliere din zonă. Din anul 1947 a trecut la Societatea Generală de Gaz şi Electricitate din Bucureşti, devenită ulterior Regională de Electricitate, unde a lucrat pînă în anul 1952, după care a fost transferat ca specialist de înaltă calificare în Direcţia Generală Tehnică, nou înfiinţată în cadrul Ministerului Energiei Electrice şi Industriei Electrotehnice, urcînd rapid treptele pînă la gradul de Director General al Departamentului Energiei Electrice.

În anul 1968, Ministerul Energiei Electrice din acel timp a înfiinţat primul institut departamental de cercetări energetice din România, numindu-l ca director pe Andrei Călin Mihăileanu. În cadrul acestui institut a pus bazele şi a organizat cu competenţă şi ataşament activitatea de cercetare. În toate ipostazele prin care a trecut ulterior, Andrei Călin Mihăileanu a activat cu aceeaşi dăruire şi în prezent, după pensionare, împărtăşeşte cu plăcere celor mai tineri experienţa sa.

În energetica românească a fost şi este unul dintre promotorii reprezentativi pentru participarea în organizaţiile tehnico-ştiinţifice internaţionale de specialitate, precum şi pentru legăturile cu energetica altor ţări. Pe această linie :

— a activat în cadrul Conferinţei Internaţionale a Marilor Sisteme Electroenergetice — CIGRE, începînd din anul 1956 ; în prezent este preşedintele Comitetului Naţional Român al CIGRE, face parte din cei 24 de specialişti aleşi în Comitetul Internaţional de Studii CIGRE pentru planificarea şi dezvoltarea sistemelor electroenergetice şi din Consiliul de Administraţie al organizaţiei ;

— în Consiliul Mondial al Energiei (WEC) a activat din anul 1962, în prezent fiind vicepreşedinte al Comitetului Naţional Român al organizaţiei ; a contribuit substanţial la organizarea celui de al 8-lea Congres al WEC ce s-a ţinut la Bucureşti în anul 1971, fiind preşedintele comisiei pentru programul tehnic al congresului ;

— a fost pionerul relaţiilor, încă din 1956, cu prestigioasa „Electricité de France", pregătind şi semnînd din partea română prima Convenţie de Colaborare între EdF şi MEE (1959) ;

— a iniţiat primele relaţii dintre electroenergeticienii români şi cei americani, care au dus la un schimb reciproc de vizite în SUA şi România, în 1964 ;

— la CEE—ONU de la Geneva a fost, de asemenea primul român care s-a remarcat, fiind ales vicepreşedinte al Comitetului Energiei Electrice în perioada 1956—1958 ;

— selectat în anul 1981 de autorităţile americane pentru a face parte dintr-un grup de patru experţi internaţionali (din România, Olanda, RFG şi Iugoslavia), a avut ca misiune analiza la faţa locului a realităţilor şi perspectivelor energeticii americane în deceniul anilor '80, la care se dorea un punct de vedere critic „european" ;

— tot în anul 1981 a fost şeful delegaţiei române la conferinţa ONU pentru surse noi şi reînnoibile, care s-a ţinut la Nairobi în Kenya ;

— de asemenea, a fost invitat personal la sediul ONU de la New-York, în cadrul unui grup de 40 de experţi care a avut sarcina să cerceteze problemele energeticii mondiale în deceniul al 9-lea. În acest grup a fost ales vicepreşedinte şi cu această ozazie a fost acreditat ca expert internaţional în energetică al ONU.

La toate aceste manifestări, congrese, conferinţe etc. ca şi la altele, Andrei Călin Mihăileanu a contribuit cu rapoarte, lucrări de specialitate, luări de cuvînt, intervenţii, considerat ca fiind specialist de elită în energetica mondială, reprezentînd interesele şi prestigiul ţării noastre în lume.

Drept urmare, Andrei Călin Mihăileanu este unul dintre românii în viaţă care se bucură de largă notorietate în energetica internaţională.

Este autorul a cinci cărţi de specialitate, a peste 80 de articole şi lucrări ştiinţifice apărute în ţară şi în străinătate, a trei invenţii. În anul 1979 i s-a decernat premiul „Traian Vuia" al Academiei Române.

Deosebit de sociabil, avînd o comportare apropiată şi prietenoasă, plin de solicitudine faţă de toţi colaboratorii săi, are meritul de a se fi făcut simpatizat de colectivele în care a lucrat, antrenîndu-le şi influenţîndu-le spre o atitudine similară, benefică pentru rezultatele pozitive în muncă.

Pentru revista ENERGETICA, Andrei Călin Mihăileanu este în primul rînd un mare prieten. A fost unul din întemeietorii din 1953 ai revistei. A făcut parte pînă de curînd, fără întrerupere, din colectivul de redacţie, fiind mulţi ani redactorul şef şi preşedintele colegiului de redacţie, contribuind şi cu un număr important de articole de mare valoare. Vechimea şi continuitatea sa în cadrul redacţiei îl plasează ca fiind cel mai fidel colaborator al revistei. Viaţa revistei noastre coincide cu cei mai frumoşi ani de activitate ai lui Andrei Călin Mihăileanu.

Cititorii, colaboratorii şi Colegiul de Redacţie ai revistei ERERGETICA îi mulţumesc pentru activitatea depusă şi se alătură prietenilor şi colegilor săi în a-i ura şi pentru viitor aceeaşi putere de muncă şi realizări pline de succese în tot ceea ce întreprinde.

REDACŢIA

ANUNŢ

Autorii sînt rugaţi să consulte articolul „Reguli de utilizare a unităţilor de măsură şi a multiplilor şi submultiplilor lor", **autor dl. Gheorghe ISPĂŞOIU, apărut în revista METROLOGIA APLICATĂ, vol XXXI, nr. 3, 1984, care comentează modul de aplicare a legilor României referitoare la sistemul internaţional de unităţi de măsură.**

Respectarea acestor reguli condiţionează acceptarea lucrărilor pentru publicare în revista ENERGETICA.

Redacţia

CONTENTS

LEADING ARTICLE 55

NUCLEAR POWER STATIONS
NICOLAE DĂNILĂ, GABRIEL ROMAȘCU, DUMITRU DRĂGUȘIN : Testing the Pressure Variation within Getter When Startin — up the Turbine in CANDU 700 Station 56—61
FLORIN GLODEANU, TEODOR CHIRICĂ, IOSIF BILEGAN : General Aspects on the Nuclear Power and the Public Opinion in Romania 62—65

THERMOELECTRIC STATIONS
STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE : A Study on the Reverstible Thermodynamic Pendulums, When Supposing Small Oscillatons 66—70

HEAT SUPPLY
NICOLAE LEONĂCHESCU : A Computation of Heat Flow Generated by a System of Floor Heating 71—74

ENVIRONMENTAL PROTECTION
ELEONORA ATAMAN : Considerations on Decreasing NO_x Pollution 75—81

THE HISTORY OF ELECTRIFICATION
ALEXANDRU MIHĂILĂ : 50 Years of Nuclear Power 65

ENERGY IN ROMANIA
* * * Wind Energy in Romanian Present Time 61
* * * News from the Technical Association for Energy Efficiency in Romania (ATEER) 82—83

EVENTS 84—88

DE REBUS ET DE INSTITUTIONS
ANTON ROȘU : On „Co-operation and Economic Development Organization" and „International Energy Agency" 89
VLADIMIR CONSTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : „Energy Efficiency 2000" program presentation 90—91

DE PERSONIS 92—93

REVIEW
V. MIHĂILESCU : „Concrete Gravity Dams" by Mihai Constantinescu, Editura Tehnică, 1992. 86

SOMMAIRE

EDITORIAL 55

CENTRALES NUCLEAIRES
NICOLAE DĂNILĂ, GABRIEL ROMAȘCU, DUMITRU DRĂGUȘIN : La détermination de la variation de la pression dans le dégaseur au déclenchement de la turbine, à l'unité CANDU 700 56—61
FLORIN GLODEANU, TEODOR CHIRICA, IOSIF BILEGAN : Aspects généraux de l'énergie nucléaire et l'opinion publique en Roumanie 62—65

CENTRALES THERMIQUES
STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE : L'étude des pendules thermodynamiques réversibles — l'hypothèse des petits oscillations 66—70

CHAUFFAGE URBAIN ET INDUSTRIEL
NICOLAE LEONĂCHESCU : Le calcul du flux thermique généré par un système de chauffage à travers le plancher 71—74

ENVIRONNEMENT
ELEONORA ATAMAN : Considérations sur la diminution de la pollution avec NO_x 75—81

HISTOIRE DE L'ELECTRIFICATION
MIHĂILĂ ALEXANDRU : 50 années d'utilisation de l'énergie nucléaire 65

L'ENERGIE EN ROUMANIE
* * * L'énergié éolienne dans l'actualité roumaine 61
* * * De la part de l'Association Technique Roumaine pour l'Efficience Energétique (ATEER) 82—83

MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES 84—88

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS
ANTON ROȘU : De l'Organisation pour Cooperation et Développement et l'Agence Internationale de l'Energie 89
VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : L'exposé du programme „Energy Efficiency 2000" 90—91

DE PERSONIS 92—93

COMPTE-RENDUS
V. MIHĂILESCU : „Barrages de gravité en béton" de Mihai Constantinescu, Editura Tehnică, 1992 86

INHALT

LEITARTIKEL 55

KERNKRAFTWERKE
NICOLAE DĂNILĂ, GABRIEL ROMAŞCU, DUMITRU DRĂGUŞIN: Bestimmung der Entgaser-Druckschwankungen bei der Auslösung der CANDU-700-Turbine 56–61
FLORIN GLODEANU, TEODOR CHIRICĂ, IOSIF BILEGAN: Allgemeine Aspekte betreffend die Kernenergiewirtschaft und die rumänische Öffentlichkeit 62–65

THERMOELEKTRISCHE ZENTRALEN
STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE: Pendeluntersuchung thermodynamischer wiederkehrender Prozesse in der Hypothese der kleinen Schwingungen 66–70

WÄRMEVERSORGUNG
NICOLAE LEONĂCHESCU: Berechnung des von einem Deckenheizsystem erzeugten Wärmeflusses. 71–74

UMWELTSCHUTZ
ELEONORA ATAMAN: Betrachtungen zur Reduzierung der NO_x – Belastung 75–81

GESCHICHTE DER ELEKTRIFIZIERUNG
ALEXANDRU MIHĂILĂ: 50 Jahre Kernenergiewirtschaft 65

AUS DER RUMÄNISCHEN ENERGIEWIRTSCHAFT
* * * Die Windkraft in den heutigen rumänischen Alltag 61
* * * Von dem Technischen Verein für Energieeffizienz in Rumänien 82–83

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN 84–88

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS
ANTON ROŞU: Uber die Organisationen „IAE (International Energy Agency und die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung 89
VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAŞCU: Vorstellung des Programms „Energy efficiency 2000" 90–91

DE PERSONIS 92–93

REZENSION
V. MIHĂILESCU: „Schwerkraft-Staudämme aus Beton "von Mihai Constantinescu, Editura Tehnică, 1992 86

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 55

АТОМНОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
НИКОЛАЕ ДЭНИЛЭ, ГАБРИЕЛ РОМАШКУ, ДУМИТРУ ДРЭГУШИН: Определение изменения в деаэраторе при запуске турбины блока КАНДУ 700 56–61
ФЛОРИН ГЛОДЕАНУ, ТЕОДОР КИРИКА, ИОСИФ БИЛЕГАН: Общие аспекты атомной энергии и общественное мнение в Румынии 62–65

ТЕПЛОЭЛЕ ТРОСТАНЦИИ
СТОЯН ПЕТРЕСКУ, ДЖЕОРДЖЕ СТЭНЕСКУ, РОКСАНА ИОРДАКЕ: Исследование оборотных термодинамических маятников в гипотезе слабых колебаний 65–70

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ
НИКОЛАЕ ЛЕОНЭКЕСКУ: Расчет теплового потока, генерируемого системой панельного отопления 71–74

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ЕЛЕОНОРА АТАМАН: Соображения по снижению загрязения NO_x 75–81

ИСТОРИЯ ЭЛЕ ТРИФИКАЦИИ
АЛЕКСАНДРУ МИХЭИЛЭ: 50 лет атомной энергетики 65

ИЗ РУМЫНСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
* * * Ветровая энергия в румынской современности 61
* * * Получаем от Технической Ассоциации по Энергетической Эффективности Румынии (АТЭЭР) 82–83

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ 84–88

DE REBUS ET DE INSTITUTIONS
АНТОН РОШУ: Об Организации Экономического Кооперирования и Развития и Международном Агенстве Энергии 89
ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНЕСКУ, ГАБРИЕЛ РОМАШКУ: Представление программы „Энергетическая эффективность 2000" 90–91

DE PERSONIS 92–93

РЕЦЕНЗИЯ 86

ABB

ASEA BROWN BOVERI

Faceți parte din marea familie a energeticienilor?

Va înrudiți în vreun fel cu aceasta ?

Doriți o rezolvare rapidă și eficientă a problemelor cu care vă confruntați ?

Nimic mai simplu !

Concernul ABB este acum reprezentat în România prin Societatea Mixtă ABB Energoreparații România SRL.

Vă stăm la dispoziție cu o gamă completă de produse, servicii și lucrări menite să contribuie decisiv la funcționarea continuă, eficientă și nepoluantă a agregatelor energetice și instalațiilor auxiliare din centralele electrice și de termoficare :

- **livrări de piese de schimb și subansamble**
- **lucrări de reparații de echipamente**
- **reabilitări și retehnologizări de centrale electrice**
- **servicii inginerești de specialitate.**

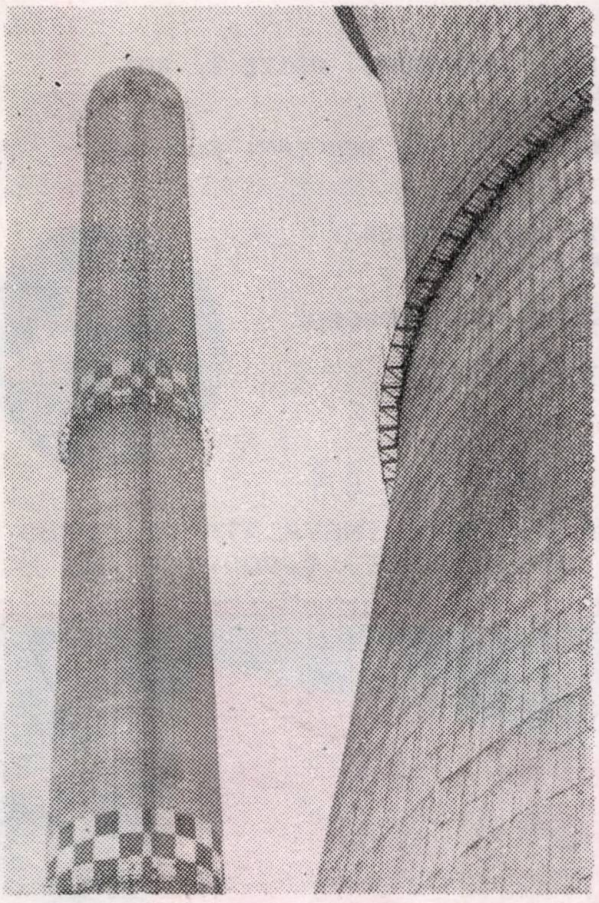
...în condiții demne de prestigiul pe care numele ABB îl are pretutindeni în lume.

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883 KÖZPONT ÉS MŰSZAKI ORSZÁGOS

ABB Energoreparații România SRL
B-dul Energeticienilor nr. 13-15
74568 București
Tel : 6225089; 6225084; 6217194
Fax : 6215690

ENERGOCONSTRUCŢIA S.A.
71322 Bucureşti România
Cal. Dorobanţilor nr. 103, sector 1
Tel. 6.79.60.20; Telex: 10179; Fax: 79.68.25

ENERGOCONSTRUCŢIA S.A.



ENERGOCONSTRUCŢIA S.A. — dispune de un important potenţial bine pregătit pentru variate specialităţi, cu o bogată experienţă şi, posedînd mijloace tehnice adecvate, poate stabili diferite forme de colaborare pentru realizarea de obiective de investiţii, modernizări, reparaţii, proiectare, expertizări şi alte activităţi din domeniul construcţiilor.

Execută lucrări privind:

- clădiri civile şi industriale
- amenajări terasiere de mare complexitate
- prospectări şi amenajări de cariere şi balastiere
- structuri de rezistenţă în toate variantele constructive uzuale, pentru construcţii, atît industriale, cît şi civile (beton armat monolit, prefabricat, metal, structuri mixte etc.)
- construcţii speciale înalte din beton armat (coşuri de fum, turnuri de răcire, clădiri turn etc.)
- lucrări hidrotehnice-baraje, regularizări, staţii pompe, microhidrocentrale, aducţiuni şi diverse lucrări pentru circuitele hidrotehnice ale termocentralelor, alimentări cu apă
- staţii, depouri, galerii pentru metrou
- izolaţii termice, hidrofuge anticorosive

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

103-105 Calea Dorobanti
Sector 1 Code 71.223
Bucharest-Romania

Tel: (40-1-) 679.64.30
Telex: 10244 R
Fax: (40-1-) 312.97.64

BUSINESS INITIATIVE DIRECTIONS · BID ·

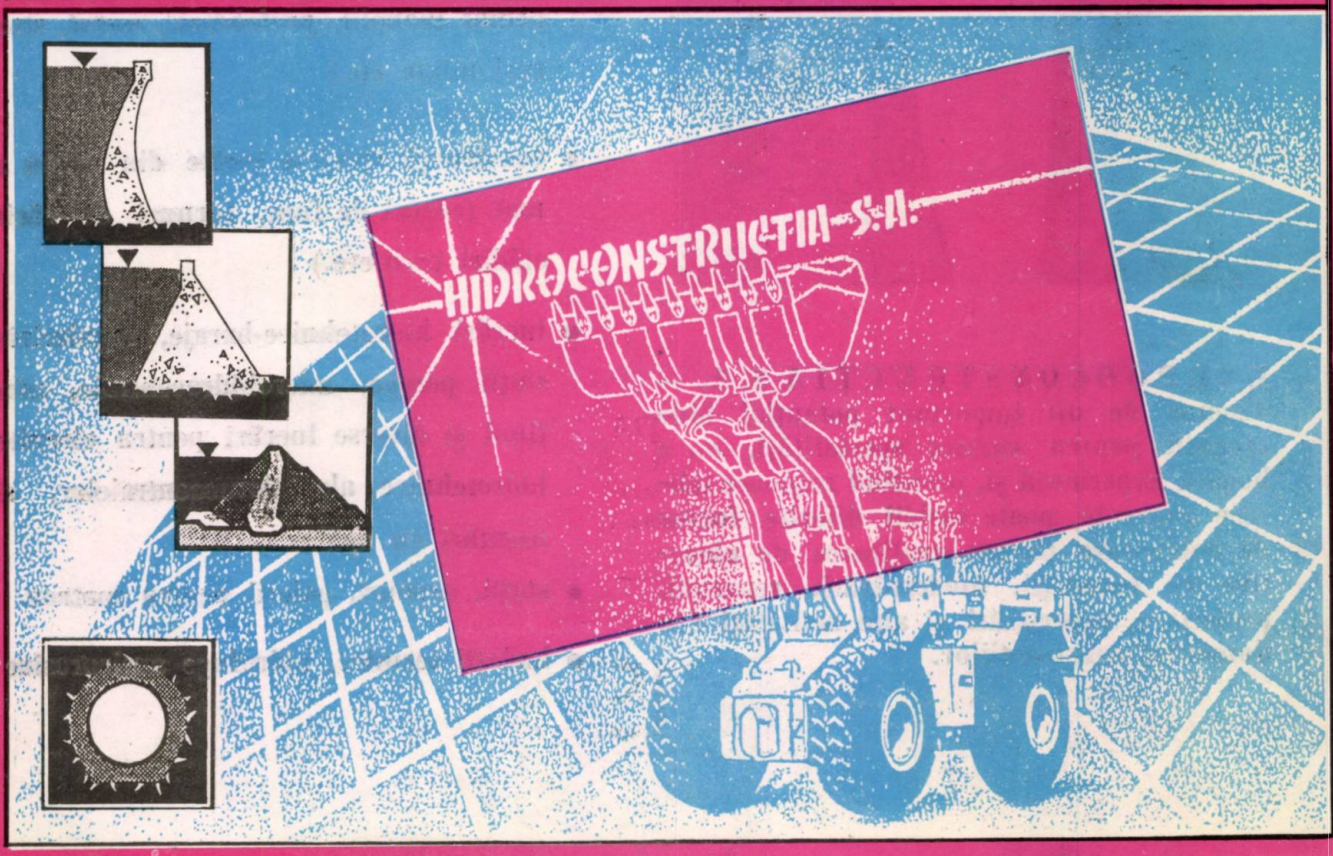
Execută:

* BARAJE DIN BETON (de greutate, in arc, cu contraforti)
* BARAJE DIN PAMINT, ANROCAMENTE SI ALTE MATERIALE LOCALE
* CENTRALE HIDROELECTRICE DE SUPRAFATA SI SUBTERANE
* ECLUZE, PORTURI, DRAGAJE
* CANALE, CONDUCTE, BLINDAJE
* GALERII DE ADUCTIUNE, DE FUGA, GALERII SECUNDARE, PRIZE DE APA
* STATII DE POMPARE, SISTEME DE IRIGATII
* LUCRARI DE FORAJE SI INJECTII
* LUCRARI SPECIALE: INCINTE BATARDOURI CELULARE, DEROCARI SUB APA BETOANE PRECOMPRIMATE
* ECRANE DE ETANSARE, PERETI MULATI
* STATII DE SORTARE SI ALTE INSTALATII TEHNOLOGICE
* DRUMURI, AUTOSTRAZI, PODURI, VIADUCTE
* CONSTRUCTII INDUSTRIALE SI CIVILE
* CONFECTII METALICE, PREFABRICATE DIN BETON, AGREGATE
* SCULE DE MINERIT, BURGHIE
* TRANSPORTURI AUTO DE MARFURI SI MATERIALE
* ACTIVITATE DE TURISM

A executat:

1994 AUG 05

115 CENTRALE HIDROELECTRICE CU O PUTERE INSTALATA DE 5.850 MW
118 BARAJE CU O CAPACITATE DE RETENTIE DE 10.800.000.000 MC



E2039

ANUL
41

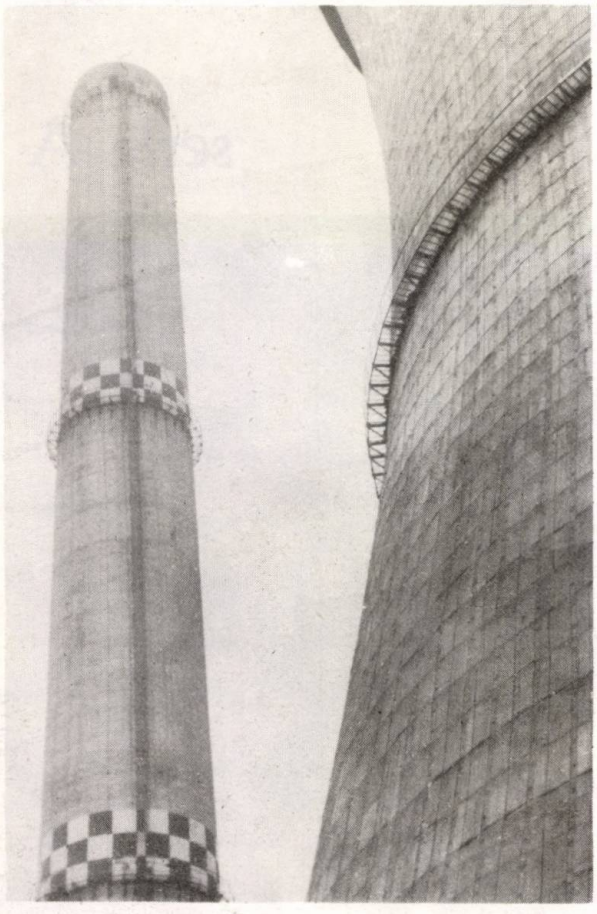
energetica

seria A

3
mai-iunie 1993

ENERGOCONSTRUCŢIA S. A.
71322 Bucureşti România
Cal. Dorobanţilor nr. 103 sector 1
Tel.:79.60.20. ; Telex:10179 ; Fax:79.68.25.

ENERGOCONSTRUCŢIA S.A.



ENERGOCONSTRUCŢIA S. A. — dispune de un important potenţial bine pregătit pentru variate specialităţi, cu o bogată experienţă şi, posedînd mijloace tehnice adecvate, poate stabili diferite forme de colaborare pentru realizarea de obiective de investiţii, modernizări, reparaţii, proiectare, expertizări şi alte activităţi din domeniul construcţiilor.

Execută lucrări privind:

- clădiri civile şi industriale
- amenajări terasiere de mare complexitate
- prospectări şi amenajări de cariere şi balastiere
- structuri de rezistenţă în toate variantele constructive uzuale, pentru construcţii, atît industriale, cît şi civile (beton armat monolit, prefabricat, metal, structuri mixte etc.)
- construcţii speciale înalte din beton armat (coşuri de fum, turnuri de răcire, clădiri turn etc.)
- lucrări hidrotehnice-baraje, regularizări, staţii pompe, microhidrocentrale, aducţiuni şi diverse lucrări pentru circuitele hidrotehnice ale termocentralelor, alimentări cu apă
- staţii, depouri, galerii pentru metrou
- izolaţii termice, hidrofuge anticorosive

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 41 NR. 3, SERIA A MAI—IUNIE

ISSN 1220—5141

ORSZÁGOS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR INFORMÁCIÓS MŰSZAKI 1883

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu :

- **Diaru pentru vulgarizarea științeloru naturale și fizice (1870—1882) ;**
- **Buletinul Societății Politehnice (1887—1944) ;**
- **Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România — AGIR (1919-1946) ;**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921) ;**
- **Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică — APDE (1932—1944) ;**
- **Buletinul Institutului Român de Energie — IRE (1933—1944)**

Revista apare alternativ în două serii :

- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție, energiei electrice, sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an.

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

CUPRINS

EDITORIAL 99

MESAJE DE FELICITARE 100

CENTRALE HIDROELECTRICE

GRIGORE BARDAN, DAN ANDREI : Probleme actuale privind dezvoltarea centralelor hidroelectrice 101—109

CENTRALE NUCLEAROELECTRICE

CONSTANTIN BRĂTIANU : Evaluarea incidentelor și accidentelor nucleare 110—115

CENTRALE TERMOELECTRICE

STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE RUXANDRA CECIU, ROXANA DINU : Pendulul termodinamic adiabat reversibil și ireversibil în ipoteza marilor oscilații 116—122

ION IONIȚĂ, STAMA SOTRI : Păcura 300/50 S și Standardul de Stat 51—83 123—128

VASILE STROIA : Înlocuirea tamburului la CET Borzești — cazan 4 129—131

ALIMENTARE CU CĂLDURĂ

VLADIMIR STOENESCU : Ciclul triunghiular bifazic — o soluție pentru recuperarea căldurii de joasă temperatură 132—136

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : A doua sesiune a Comitetului pentru Energie din cadrul Comisiei Economice ONU pentru Europa 137—139

GLEB DRĂGAN : Programul manifestărilor tehnico-științifice organizate de Societatea Română de Energetică din cadrul AGIR în anul 1993 122

Primim de la Serviciul Relații cu Publicul — RENEL 142

DIN ENERGETICA MONDIALĂ 128, 131, 142

RECENZIE 141

Our review publishes ADVERTSMENTS for your
PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: 622.06.92; 321.69.66/251
Fax: 00400 129315
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE : dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef ; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct ; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct ; ing. Nicolae NICULESCU — secretar de redacţie ; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL ; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG ; dr. ing. Ioan GANEA — director Editura Tehnică

MEMBRI : prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI ; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI ; ing. Iuliu BLECHTAL ; ing. Paul CARTIANU ; chim. Mihai CHIRICA ; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU ; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU ; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ ; dr. ing. Mario DUMA ; ing. Alexandru FLORESCU ; dr. ing. Laurenţiu GOIA ; dr. ing. Dan GOLICIU ; prof. dr. ing. Dumitru IVAS ; dr. ing. Gheorghe LUCA ; dr. chim. Maria MAFTEI ; dr. ing. George MANOLESCU ; ing. Alexandru MIHĂILĂ ; ing. Cornel MOŢIU ; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU ; ing. Cornel PÎSLARU ; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ ; dr. ing. Teodor POPA ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU ; ing. Anca POPESCU ; ing. Constantin POPESCU ; ing. Miron POPESCU ; ing. Gabriel ROMAŞCU ; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Gheorghe VOICU ; ing. Dinu VOINEA

REDACTOR : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia :
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon : 622 06 92 ; 321.69.66/251
Telex : 10783, Fax : 00400 129315

Coperta I : CNE — Cernavodă. Vedere generală.

ERATĂ

Dintr-o regretabilă eroare explicaţia fotografiei de pe coperta 1 a numărului 2, seria A, a apărut greşită. Facem cuvenita rectificare : este vorba de centrala Porţile de Fier 2.

S.C. UNIVERSUL S.A. — c. 3780

EDITORIAL

Dezvoltarea optimă și viabilă a energeticii pe termen lung, pentru întreaga umanitate, impune din ce în ce mai mult rezolvarea problemei deosebit de complexe a interacțiunii cuplurilor: energie—economie, energie—mediu și economie—mediu. Este vorba, în ansamblu, de soluționarea optimă a tuturor aspectelor pe care le ridică triada celor 3E: Energie—Economie—Ecologie.

Acest mesaj, relansat destul de accentuat la ultimul Congres al Consiliului Mondial al Energiei, impune o nouă viziune asupra noțiunii de gestionare a energiei și un orizont mai larg specialiștilor din domeniul energeticii.

Administrarea energiei în aceste noi condiții nu presupune numai producerea ei la cel mai scăzut preț de cost, dar, mai ales, asigurarea serviciilor prin creșterea randamentelor în stațiile de transport, distribuție și în cele ale consumatorilor.

Din ce în ce mai mult, consumatorii vor deveni participanți activi la alegerea soluțiilor energetice și la gestionarea energiei, implicîndu-se în economisirea ei prin instalații de consum mai perfecționate, precum și prin eliminarea sau reducerea risipei.

Pentru companiile care administrează energia, minimizarea creșterii cererii de energie devine sursa cea mai puțin scumpă și cu implicațiile cele mai reduse în ceea ce privește mediul ambiant. Din acest motiv, ele se implică în același timp în asigurarea livrărilor de energie, dar și în gestionarea utilizării ei.

Punerea în evidență a posibilităților de economisire a energiei reclamă însă un puternic aparat de analiză format din specialiști și experți care să abordeze un program complex de acțiuni și să stabilească atît aspectele globale, cît și prioritățile ce se impun.

Acest mod de abordare a problemelor a fost recent inițiat în țara noastră de RENEL prin implicarea în zona transportului, distribuției și consumului de căldură produsă în centralele electrice de termoficare în paralel cu măsurile de îmbunătățire a randamentului de producere combinată a energiei electrice și căldurii în surse. Alocarea unor fonduri de investiții pentru introducerea unor tehnologii noi într-o zonă de consum urban, urmărește să scoată în evidență posibilitățile de asigurare a serviciilor către populație în condiții mai bune și cu un consum de combustibil mai scăzut, prin reducerea substanțială a pierderilor de căldură și de apă față de cele înregistrate în prezent. În același timp, reducerea de consum va avea efect și asupra disponibilităților de capacități în surse.

Generalizarea unor astfel de proiecte demonstrative are efecte benefice asupra cheltuielilor cu procurarea combustibilului, asupra investițiilor pentru capacități noi de producere a căldurii în centralele electrice de termoficare și asupra mediului înconjurător.

Revenind de la acest exemplu la problemele generale ale energeticii, trebuie subliniat că el face parte din metodele de dinamizare a sectorului cererii de energie și că el poate reechilibra planificarea energetică, ajutînd la dezvoltarea industriei energetice pe baze noi.

Specialiștii energeticieni români sînt chemați ca în paginile revistei ENERGETICA să contribuie și la acest mod de abordare a problemelor energetice ce ne stau în față.

Ing. NICOLAE NICULESCU
secretar de redacție

Mesaje de felicitare

Primim de la prietenii și colaboratorii revistei :

Din scrisoarea d-lui profesor HANS-DIETER SCHILLING, director la VGB Technische Vereinigung der Grosskraftwerksbatreiber E.V. adresată revistei ENERGETICA :

...„vă rugăm să primiți felicitările mele pentru cele patru decade de existență a ENERGETICII, care au fost, cred, nu foarte simple pentru toți specialiștii care au contribuit la aceasta. Sper ca aniversarea să se desfășoare într-un mod armonios și plin de succes și vă doresc dv. și colegilor dv. succese în continuare pentru binele revistei dv."

Cu cele mai bune salutări

Al dv.

(SS) H.D. Schilling

Extras din scrisoarea d-lui dr. C. BURDUCEA din Offenbach/Main

Stimați colegi,

Scrisoarea dumneavoastră (primită de mine la 27.02.1992), privind aniversarea a 40 de ani de existență a revistei Energetica, mi-a făcut o deosebită plăcere. În primul rînd pentru că este vorba de revista Energetica, revistă care a adus prin largul schimb de cunoștințe tehnice o contribuție importantă la dezvoltarea industriei energetice românești și în al doilea rînd pentru că scrisoarea a fost trimisă de vechi prieteni și colegi.

Mesajul d-lui FELIX POHL de la VDI — Verlag GmbH Verlagsbereich Zeitschriften, Redaktion Brennstoff-Wärme-Kraft :

„Nu putem participa pentru că avem deja alte întîlniri stabilite în această perioadă, dar vrem să profităm de aceasta ocazie pentru a vă transmite felicitările noastre pentru revista Dvs. Vă dorim dumneavoastră și revistei mult noroc.

Cu cîtva timp în urmă am primit scrisoarea dvs., în care ne rugați să vă transmitem articole spre a fi publicate în ediția specială a revistei. Dar din păcate această scrisoare a ajuns la noi prea tîrziu și nu am mai putut profita de această ofertă. Totuși dorim să vă mulțumim pentru oferta dvs. de a publica în ediția specială articole ale specialiștilor noștri".

Dipl. ing. FELIX POHL

Primim de la SOON, EDUCATIONAL PUBLICATIONS

Dragă domnule,

Salutări din Anglia

Vă scriu pentru a vă face o propunere deosebită pentru cititorii dv. Dorim să trimitem gratuit exemplare ale publicației noastre „SOON" fiecărei persoane care ne va scrie.

„SOON" prezintă întîmplări reale din viața oamenilor din întreaga lume. Aceasta conține răspunsuri la multe din problemele existențiale cum ar fi : preocupări, temeri și singurătatea.

Citind SOON multe persoane își pot îmbunătăți cunoștințele de lb. engleză. Mulți profesori de lb. engleză se ajută în activitatea lor de publicația SOON.

Cititorii ne pot scrie la : SOON, Willington, Derby DE65 6BN, Anglia, pe o carte poștală sau scrisoare.

SOON se poate procura și în limbile franceză și germană.

Cele mai sincere urări.

Tony Whittaker

Probleme actuale privind dezvoltarea centralelor hidroelectrice

Ing. GRIGORE BARDAN,

Ing. DAN ANDREI *

Sînt prezentate valorile de potențial teoretic liniar și tehnic amenajabil pe cursurile de apă din România, cu repartizarea pe bazine hidrografice. Potențialul tehnic amenajabil total este de 40 TWh/an, cu o putere instalată de 14800 MW, volumul total al lacurilor din schemele de amenajare cifrîndu-se la 20500 mil. m³. La sfîrșitul anului 1991 potențialul hidroenergetic era valorificat în proporție de 40%.

Sînt puse în evidență aspecte privind oportunitatea continuării programului de realizare a amenajărilor hidroelectrice ținînd seama de sarcinile speciale pe care le pot îndeplini pentru a asigura buna funcționare a sistemului energetic, de consumurile de energie relativ reduse pentru construirea și exploatarea acestor centrale, de calitatea ridicată a producției, de efectele favorabile pe care amenajările hidroelectrice le au asupra folosințelor de apă și, în general, pentru societate.

Sînt evidențiate preocupările ISPH pentru promovarea unor soluții tehnice care să permită în actuala conjunctură îmbunătățirea nivelului de eficiență, în condiții de fiabilitate corespunzătoare.

Sînt subliniate principalele considerații care au stat la baza schițării unui program de dezvoltare în continuare, în ordinea eficienței, a sectorului hidroelectric, astfel încît să se ajungă în următorii 20...25 de ani la valorificarea a 60% din potențialul hidroenergetic al țării.

The values of linear theoretical and realisable potential on the Romanian river flow are presented in this article and its distribution on the hydrographic basins. The total technical realisable potential is of 40 TWh/year with an installed power of 14 800 MW, the lakes total volume within the arrangement diagrams is of 20 500 mil. m³. At the end of 1991 the hydropower potential has been 40% rendered profitable.

The article emphasizes the aspects on the program suitability for erecting hydropower plants taking into account the special tasks these have to carry out in order to provide a good energy system operation, the relative low energy consumption for their erection and operation the high output quality, their favourable effects on water use and generally on the whole society.

The Hydrotechnical Studying and Designing Institute is concerned with giving technical solutions for the higher efficiency under adequate reliability conditions.

The authors point out the main considerations which have been the base of outlining a further program related to the hydropower efficiency sector, so that for the following 20—25 years 60% of our country hydropower potential should be rendered profitable.

* Institutul de Studii și Proiectări Hidroenergetice — ISPH, București

1. Potențialul hidroenergetic al României

1.1. Potențialul teoretic liniar

Potențialul teoretic liniar al cursurilor de apă din România, corespunzător debitelor medii normale este de 70 TWh/an sau 8000 MW, din care 51,5 TWh/an (74%) pe cursurile de apă interioare, inclusiv partea României de pe Tisa și Prut și 18,5 TWh/an (26%) partea care revine României din potențialul Dunării.

Inventarierea potențialului s-a făcut pe sectoarele de curs de apă avînd un potențial unitar de minimum 70...100 kW/km, rețeaua hidrologică investigată însumînd circa 25000 km, din care 1250 km pe Dunăre.

Valorile de potențial se situează într-un diapazon larg, ca urmare atît a repartiției geografice, cît și a distribuției în timp.

Pe cursurile de apă interioare 80% din potențialul total se află în zona de munte, cu valori maxime care, pe anumite sectoare, restrînse, pot depăși 2000 kW/km pînă la 6600 kW/km; pe ansamblul teritoriului potențialul unitar mediu pe cursurile interioare se cifrează la 250 kW/km.

Pe Dunăre valoarea maximă de potențial s-a obținut în zona cataractelor Porțile de Fier (82000 kW/km în total, pentru ambii riverani), valoarea medie între Baziaș și Sulina, corespunzătoare potențialului care revine României, fiind de 3000 kW/km.

Din valorile totale de potențial, cota disponibilă în semestrul de iarnă (octombrie—martie) este de circa 35% pe cursurile de apă interioare și de 45% pe Dunăre.

1.2. Potențialul tehnic amenajabil și nivelul actual de realizare

Potențialul hidroenergetic tehnic amenajabil al cursurilor de apă inventariat pe baza schemelor de amenajare întocmite de ISPH pe sectoarele de rîu avînd, în general, un potențial teoretic unitar de peste 200 kW/km — macropotențialul — totalizează o producție medie de energie de 36,5 TWh/an, realizată de centrale hidroelectrice cu o putere totală instalată de aproximativ 13800 MW. Dintre acestea, centralele de pe cursurile de apă interioare au circa 25 TWh/an și respectiv 10900 MW, iar centralele care pot fi amenajate pe Dunăre — partea română — 11,5 TWh/an și 2900 MW. Micropotențialul hidroenergetic corespunzător, în general, sectoarele de curs de apă cu potențial teoretic unitar sub 200 kW/km însumează 3,5 TWh/an la o putere instalată de peste 1000 MW. În total, potențialul tehnic amenajabil al cursurilor de apă din România se ridică la o producție medie de 40 TWh/an, cu o putere instalată de 14800 MW. În tabelul 1 este prezentată repartiția potențialului hidroenergetic pe bazine hidrografice. Dunărea contribuie cu 31,7% la totalul de macropotențial, iar dintre bazinele hidrografice importante cele mai potențate sînt: Siret 12,8%, Mureș 12,7%, Olt 12,2%, Tisa + Someș 9,9%, Cerna + Jiu 6,2% Argeș 6,1%.

Mărimile de potențial pot fi influențate în timp, în sens favorabil, prin retehnologizarea centralelor în exploatare și prin optimizarea schemelor și a soluțiilor tehnice de realizare a amenajărilor aflate în fazele de studiu sau de proiectare. Creșterea în viitor de consumurilor de apă va avea o oarecare influență defavorabilă, în special asupra valorilor de potențial din zonele colinare și subcolinare.

Producțiile anuale de energie depind de hidraulicitate, fiind cuprinse — în cazul diverselor amenajări considerate independent — în limite extreme ale coeficienților de multiplicare de 0,5 și respectiv de 1,8 față de producția medie multianuală. Pe ansamblul teritoriului aceste limite se restrîng datorită nesimultaneității regimurilor hidrologice din zonele de sud și est față de zonele centrale și de vest, precum și între aceste zone și Dunăre. Marile acumulări cu efect regularizator multianual, prevăzute în schemele de amenajare, contribuie, de asemenea, la micșorarea domeniului de variație a producțiilor anuale. Efectul combinat al celor de mai sus restrînge limitele la 0,7 și 1,6 din mărimea potențialului mediu.

Distribuția sezonieră a potențialului depinde atît de regimul hidrologic, cît și — în special — de mărimea și de efectul regularizator al acumulărilor din schemele de amenajare. Pe rîurile interioare, în cazul amenajărilor fără acumulări sau prevăzute cu acumulări mici cu efect regularizator zilnic — orar, aproximativ două treimi din producția anuală sînt disponibile în semestrul de vară (aprilie—septembrie) și o treime în semestrul de iarnă (octombrie—martie); în cazul amenajărilor care beneficiază de lacuri importante, în funcție de mărimea lacurilor repartiția producției tinde către o treime în semestrul de vară și două treimi în semestrul de iarnă, apropiindu-se astfel de o dinamică sezonieră normală a consumului de energie electrică. Pe Dunăre repartiția este în medie de circa 52% în semestrul de vară și 48% în semestrul de iarnă. Pe ansamblu, Dunăre și rîuri interioare, se obține pentru întregul potențial o repartiție medie de 60% în semestrul de vară și 40% în semestrul de iarnă.

Pe teritoriul României, primele centrale hidroelectrice au apărut la finele secolului trecut. În 1950 hidrocentralele în funcțiune însumau o putere instalată de circa 50 MW, unitatea cea mai puternică fiind CHE Dobrești de pe Ialomița cu o putere instalată de 16 MW.

Tabelul 1

Potențialul hidroenergetice tehnic amenajabil al României (1), (3)

Nr. crt.	Bazinul hidrografic	Total potențial					Realizat la finele anului 1991				
		Volum acumulat [mil. m³]	Putere instalată [MW]	Producție medie [GWh/an]	Cota producției din: macro-potențial [%]	Cota producției din: total potențial [%]	Volum acumulat [mil. m³]	Volum util [mil. m³]	Putere instalată [MW]	Producție medie [GWh/an]	Cota producției din total bazin [%]
1	Someș+Tisa (2)	2 098	1 812	3 591	9,9	9,0	400	309	324	586	16,3
2	Crișuri	1 002	441	1 023	2,8	2,6	259	238	202	339	33,1
3	Mureș	2 858	2 011	4 629	12,7	11,6	415	373	810	991	21,4
4	Timiș+Bîrzava+Nera	745	515	1 222	3,3	3,0	17	15	33	134	11,0
5	Cerna+Jiu	813	937	2 255	6,2	5,6	184	170	182	397	17,6
6	Olt	1 881	1 867	4 442	12,2	11,1	1 332	839	482	3 600	81,0
7	Argeș	1 232	1 044	2 240	6,1	5,6	732	544	510	928	41,4
8	Ialomița	379	196	623	1,7	1,5	143	131	60	194	31,1
9	Siret	4 751	1 965	4 679	12,8	11,7	1 792	1 337	654	1 708	36,5
10	Prut (2)	972	75	230	0,6	0,6	543	225	15	65	28,3
	Total riuri interioare	16 731	10 863	24 934	68,3	62,3	5 817	4 181	4 272	8 942	35,9
11	Fluviu Dunărea(2)	3 733	2 882	11 559	31,7	28,9	1 851	253	1 276	6 548	56,6
	Total macropotențial	20 464	13 745	36 493	100,0	91,2	7 668	4 434	5 548	15 490	42,4
12	Micropotențial	—	1 055	3 507	—	8,8	—	—	134	445	12,7
	Total potențial	20 464	14 800	40 000		100,0	7 668	4 434	5 682	15 935	39,8

NOTE: (1) Potențialul natural (nu cuprinde centralele hidro-electrice cu pompaj — CHEAP).
(2) Partea care revine Romaniei.
(3) Conform studiilor ISPH de actualizare a potențialului hidroenergetic amenajabil din 1891 și 1992

În anii următori potențialul hidroenergetic a fost valorificat în ordinea eficienței amenajărilor, într-un ritm mediu de puneri în funcțiune în intervalul 1950—1990 de 140 MW pe an (pe perioade de cinci ani: 700 MW) cu realizări maxime în intervalul 1971—1975, cînd au fost dați în exploatare 1780 MW, cu obiective principale Porțile de Fier I (1050 MW) și Lotru Ciunget (500 MW); în 1986—1990 au fost puși în funcțiune peste 1100 MW. La sfîrșitul anului 1991 centralele hidroelectrice, inclusiv contribuția centralelor care nu au fost încă realizate la profilul final, precum și amenajările hidroelectrice de mică și foarte mică putere totalizau o putere instalată de aproape 5700MW și o productibilitate medie de peste 15,9 TWh/an rezultînd un grad de valorificare a potențialului hidroenergetic de circa 40%. Partea care revenea celor 130 de centrale cu o putere instalată de peste 3,5 MW (dintre care 11 încă în construcție) era 5550 MW și 15,5 TWh/an (42,4% din total macropotențial). Conform celor prezentate în tabelul 1, volumul util total al lacurilor de acumulare de care beneficiază centralele în funcțiune este de 4440 mil. m³, căruia îi corespunde o capacitate energetică de peste 3,6 TWh/an. Această capacitate evidențiază posibilitățile actuale al sectorului hidroenergetic de a transfera stoc de apă și, deci, potențial din perioadele de ape mari de primăvară în lunile deficitare de iarnă, constituind totodată o rezervă de energie a sistemului, care poate fi operativ utilizată în caz de necesități.

Situația valorificării potențialului hidroenergetic natural într-o serie de țări europene, care dispun de cantități semnificative ale acestei resurse, este prezentată în tabelul 2 (sursele principale ale acestor date sînt: Water

Tabelul 2

Gradul de valorificare a potențialului hidroenergetic în unele țări din Europa

Țara	Potențialul tehnic amenajabil [TWh/an]	Grad de valorificare [%]
Elveția	41	100
Franța	72	94
Finlanda	20	72
Italia	65	71
Suedia	99	69
Austria	56	68
Norvegia	172	65
Spania	70	47
România	40	40
Cehoslovacia	11	39
Albania	14	31
Bulgaria	12	20

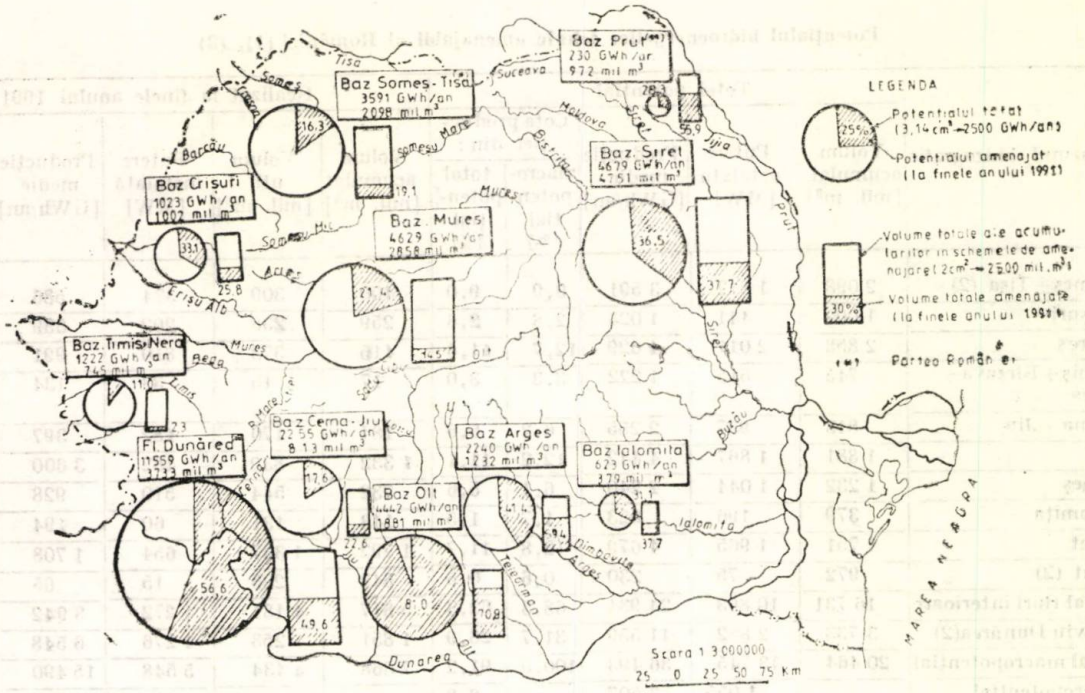


Fig. 1. Potențialul hidroenergetic tehnic amenajabil în România

Power and Dam Construction, Handbook 1990 și Dams in Europa and USSR 1990; pentru România, date de la finele anului 1991).

În medie, gradul de valorificare se situează între cotele de 55% și 60%. Se constată că, în comparație cu alte țări, România mai are de valorificat o parte importantă din potențialul hidroenergetic de care dispune.

2. Oportunitatea continuării programului de realizare de amenajări hidroelectrice

Energia electrică este indispensabilă atît activității economice, cît și vieții sociale. Consumul total de energie electrică pe cap de locuitor mai este încă un indicator al nivelului economic național, iar consumul casnic și edilitar specific un indicator al nivelului de trai.

În situații economice normale consumul de energie electrică are tendința de creștere continuă în timp. Această tendință nu este în principiu obstrucționată, dar politica energetică actuală urmărește ca necesarul de consum să fie satisfăcut în condițiile eficientizării producției de energie electrică la nivel macroeconomic, conservării resurselor naturale nerecuperabile și eliminării pagubelor ireversibile asupra mediului înconjurător. Eficientizarea economică este realizată atît prin alegerea celor mai indicate soluții de producere, transport și distribuție a energiei electrice, cît și prin stimularea, pe calea unui regim tarifar adecvat, a retehnologizării consumatorilor, în vederea reducerii consumurilor electrice specifice.

Energia electrică nu poate fi, practic, stocată, urmînd a fi consumată pe măsură ce este produsă. Pe de altă parte, variațiile de consum trebuie rapid preluate de centrale, în limitele unei toleranțe foarte strînse și, ca urmare, zona superioară a graficului de consum trebuie să fie acoperită cu centrale deosebit de elastice în exploatare.

O problemă deosebită este asigurarea fiabilității sistemului energetic, întreruperile în alimentarea cu energie electrică avînd consecințe — adeseori grave — pentru economie și societate. În caz de avarii, sistemul energetic trebuie să dispună de unități de rezervă capabile să intervină rapid și eficace.

Centralele hidroelectrice corespund acestor cerințe: energia hidraulică este regenerabilă, în mod natural și fără costuri, lacurile de acumulare permițînd o distribuire a potențialului disponibil în concordanță cu dinamica diurnă, săptămînală sau sezonieră a consumului; debitele de apă pot fi refolosite energetic în lungul riurilor, iar randamentul de transformare a energiei primare în energie electrică este foarte ridicat: 82%—89%; procesul tehnologic pentru trecerea de la energia hidraulică la energia electrică, chibzuit proiectat, nu produce în esență elemente de poluare a mediului ambiant: durata de viață a unei amenajări hidroelectrice este, în general, de peste 80 de ani, fiabilitatea este ridicată, exploatarea nu ridică pro-

bleme deosebite, iar lucrările de întreținere și reparații necesită eforturi materiale și financiare reduse.

Prin manevrabilitatea lor deosebită centralele hidroelectrice, pur gravitaționale sau cu acumulări prin pompaj, sînt unități specializate pentru acoperirea sarcinilor din zona superioară a graficelor de consum, pentru reglajul de frecvență-putere și pentru intervenții de scurtă sau medie durată în caz de avarii în sistemul energetic.

În cursul ultimelor decenii graficul de consum al sistemului energetic român a fost continuu aplatisat prin măsuri administrative și, ca urmare, raportul dintre puterea de vîrf și puterea la golul de noapte a scăzut foarte mult. Astfel, de exemplu, pentru ziua de lucru de după o sărbătoare din luna noiembrie raportul a scăzut de la 1,90 în anul 1959 la 1,3 în anul 1989; începînd cu anul 1990, datorită creșterii consumului casnic și restructurării unei părți din industrie, acest raport a ajuns la 1,4...1,6 și, avînd în vedere dezvoltarea în viitor a consumului casnic și a industriei ușoare în detrimentul celei cu proces continuu, va tinde spre 1,80, comparabil cu acel de pe plan mondial. Pentru acoperirea sarcinilor suplimentare de vîrf și de semivîrf schemele de amenajare ale centralelor hidroelectrice în curs de proiectare sînt prevăzute, într-o mai mare măsură decît în ultimii 15 ani, cu lacuri de acumulare alimentate gravitațional sau prin pompaj, asigurîndu-se astfel un important transfer de energie de la bază la vîrf și din primăvară în iarnă.

Rolul centralelor hidroelectrice în sistemul energetic nu poate fi integral preluat nici prin importul de energie electrică (în general acesta este în bandă diurnă practic continuă) și nici prin centralele termoelectrice interne, care pot participa doar la acoperirea zonei de bază și, parțial, a zonei de semivîrf a graficelor de consum. Centralele cu turbine cu gaze pot înlocui funcțional centralele hidroelectrice, dar cu consum de gaz și cu costuri de exploatare foarte ridicate.

Principala dificultate în valorificarea potențialului hidroenergetic o reprezintă efortul însemnat de investiții necesare pe unitatea de producție obținută. Acest efort este însă compensat de costurile anuale de întreținere și exploatare deosebit de reduse și de valoarea ridicată a producției, fapt ilustrat și de situația din ultimii ani din sistemul energetic român. Astfel, se constată că prețul de cost al producției hidrocentralelor (incluzînd amortismentele, cărora le revin 2/3 din prețul total de cost hidro) a reprezentat 24%...33% din prețul de cost mediu pe sistem, 18%...21% din prețul de cost al centralelor pe cărbune și 27%... 35% din acel al centralelor pe hidrocarburi.

Pe de altă parte, energia hidroelectrică este preponderent produsă în orele tarifare de vîrf și de zi, încasările medii corespunzătoare unei kilowatt-oră hidro fiind cu 20%...70% mai mari decît pentru o kilowatt-oră de bază. Nivelul coborît al cheltuielilor și nivelul ridicat al veniturilor asigură, în prezent, sectorului hidroenergetic o eficiență deosebit de ridicată.

În ceea ce privește centralele hidroelectrice care ar putea fi amenajate în etape apropiate se constată că energia consumată pentru execuția și exploatarea acestora, ținînd seama de toate consumurile energetice (echipamente, materiale de construcție, combustibili, energie electrică etc.) se recuperează, în majoritatea cazurilor, în mai puțin de cinci ani, luînd în considerare și faptul că energia consumată pentru execuție este, în general, energie de bază, în timp ce energia produsă este în proporție de 35% (CHE cu acumulări mici, zilnic-orare) pînă la 85% (CHE cu acumulări importante) energie de vîrf. Tabelul 3 exemplifică bilanțul energetic pentru trei amenajări etalon.

Tabelul 3

Durata de recuperare a energiei înglobate prin energia livrată de CHE

Indicatorul	CHE		
	Novaci	Borca	Mîndra
1. Energia înglobată (corespunzătoare investiției energetice)[GWh]	416,7	1056,2	353,9
2. Energia livrată de CHE [GWh/an]	123,6	346,0	131,0
3. Energia livrată netă a CHE (1)	122,1	342,3	129,8
din care: vîrf funcțional	79,0	188,0	90,2
semivîrf	27,2	102,9	27,7
bază	15,9	51,4	11,9
4. Energia echivalentă de bază(2) (pe zone funcționale)	263,1	681,6	290,4
5. Durata de recuperare a energiei înglobate(ani)	1,6	1,6	1,2

Note: (1) Se ține seama de energia înglobată în materialele pentru întreținere și reparații
(2) Relația de calcul (pe zone funcționale): $2,75\ E_{vîrf} + 1,1\ E_{semivîrf} + E_{bază}$

Consumul de energie primară pentru construcție și exploatare, raportat la durata de viață a amenajărilor este de ordinul a 0,01 kgc.c/kWh(10,29 MJ/kWh) pentru amenajările hidroelectrice, față de aproximativ 0,4 kgc.c/kWh (11,72 MJ/kWh) pentru centralele termoelectrice. Pentru realizarea întregului potențial hidroelectric rămas neamenajat sînt necesare circa 20 milioane tc.c (586 mii MJ).

Pentru a îmbunătăți în continuare nivelul de eficiență al amenajărilor hidroelectrice în condiții de fiabilitate corespunzătoare, ISPH

examinează și propune soluții tehnice în prezent aplicate pe o scară largă în practica mondială de proiectare. Printre acestea menționăm :

— reducerea suprafețelor de teren ocupate, amplasarea amenajărilor cu preponderență în albii majore sau pe terenuri neproductive, analizîndu-se, unde este posibil, înlocuirea lucrărilor de suprafață cu lucrări în subteran ;

— includerea în schemele de amenajare a unor capacități de nivel cel puțin zilnic — orar sau, cînd se justifică, de nivel sezonier. În cazul acumulărilor mici, prevenirea sau atenuarea colmatării cuvetelor ;

— aprofundarea studiilor de amenajare a potențialului pe cursurile de apă cu debite mari și căderi mici ;

— analizarea soluțiilor care să scurteze durata execuției lucrărilor sau să permită intrarea eșalonată în funcțiune a capacităților de producție ;

— continuarea și aprofundarea studiilor pentru amplasamente ale centralelor cu acumulare prin pompaj ;

— valorificarea mai deplină, atît cantitativ, cît și calitativ, a stocurilor cursurilor de apă și mărirea, în acest scop, a capacității de producție a unor centrale existente ;

— armonizarea intereselor energetice cu acelea ale altor beneficiari ai apei ;

— corelarea lucrărilor pentru amenajările hidroelectrice cu acelea ale unor amenajări adiacente.

Dintre serviciile aduse de proiectele hidroenergetice altor folosințe ale apei și unor domenii social-economice amintim : atenuarea undelor de viitură, protejarea de inundații a unor terenuri sau/și localități și darea în circuitul agricol a unor suprafețe de teren care în condiții neamenajate sînt inundate ; mărirea debitelor asigurate pentru alimentarea cu apă a consumatorilor industriali, casnici și edilitari — în particular alimentarea cu apă a centralelor termoelectrice și nuclearoelectrice — și depozitarea unor rezerve de apă necesare agriculturii în perioade deosebit de secetoase, suplimentar peste acumulările special prevăzute în acest scop ; decantarea impurităților deversate în prezent în rîuri de către industrii sau/și aglomerări urbane și limpezirea apelor ; navigabilizarea cursurilor de apă ; condiții de amenajare a unor baze pentru sporturi nautice și crearea unor zone de interes turistic și de agrement ; dezvoltarea pisciculturii.

Studii de specialitate pun în evidență faptul că aproximativ 50% din volumele acumulărilor din schemele de amenajare ale hidrocentralelor sînt utile și pentru alți beneficiari ai apei, chiar fără modificări ale planurilor energetice de exploatare sau cu modificări minore. Evaluînd la circa 2 miliarde m^3 volumul util al lacurilor din schemele hiroenergetice care urmează a fi realizate în etape apropiate și considerînd o investiție specifică de 800 lei/m^3 apă acumulată, rezultă că aproximativ 800 miliarde lei din investițiile pentru aceste lacuri (evaluări trim. III 1992) vor degresa fondurile necesare lucrărilor de gospodărire a apelor. Fiind vorba de efecte complexe ale lacurilor energetice, o parte din această sumă va diminua investiția energetică.

În afara celor de mai sus, lucrările hidroenergetice includ și o seamă de investiții colaterale sau conexe (rețele de drumuri forestiere sau comunale, modernizări ale șoselelor județene și naționale, crearea și extinderea de spații locative, lucrări de consolidare și amenajări în teritoriu etc.), care se execută concomitent cu lucrările hidrotehnice și folosesc acestora în timpul execuției, dar sînt ulterior preluate de alți beneficiari. Sînt, de asemenea, amenajate agricol albiile părăsite și terenurile ocupate temporar în timpul execuției. La unele amenajări se prevăd diguri cu profile foarte dulci spre exteriorul apei, cultivabile.

În cazul lucrărilor importante și de anvergură, în proiecte se fac recomandări privind realizarea unor lucrări conexe în zonă, în scopul reducerii eroziunii și diminuării colmatărilor prin stingerea torenților, consolidarea versanților și împăduriri.

Pe de altă parte, soluțiile de amenajare preconizate au în vedere și atenuarea sau înlăturarea unor efecte nefavorabile ale impactului amenajărilor hidroelectrice asupra mediului ambiant, cum sînt : strămutările de populație, ocuparea definitivă a unor terenuri productive, oprirea migrației peștilor și, în general, deranjarea echilibrului ecologic acvatic, colmatarea cuvetelor lacurilor, ridicarea nivelului apelor subterane, reducerea debitelor în albii, inundarea unor balastiere sau lăsarea lor la uscat.

3. Propuneri de valorificare în continuare a potențialului hidroenergetic. Niveluri de eficiență

Programul hidroenergetic se va putea dezvolta în continuare atît pe direcția terminării lucrărilor la amenajările în execuție, cu prioritate pentru acele centrale care sînt în prezent în exploatare, dar nu au atins încă profilul final, cît și pe direcția realizării unor centrale noi.

Ținînd seama de rezultatele studiilor privind evoluția consumului de energie electrică în România, se preconizează că în următorii 20 de ani să se ajungă la un grad de valorificare a potențialului hidroenergetic de ordinul a 60%, nivel aproximativ corespunzător, conform date-

Tabelul 4

Caracteristici energo-economice ale unor C.H.E. noi

Nr. crt.	Denumirea CHE—Curs de apă	Puterea instalată [MW]	Energia medie [GWh/an]	Investiția [1] [mil. lei]	Investiția specifică [lei/kWh/an]	Prețul de cost al energiei [lei/kWh]
1	Tisa	87,0[2]	282,0[2]	29952	106	1,75
2	Brădișor (Lotru)	—	6,1	1210	198	3,20
3	Tomeasa (R. Mare)	23,0	49,7	11442	230	3,70
4	Salva — Dej (Someș)	123,9	229,0	77286	337	5,40
5	Novaci — Gilort	51,2	133,0	30370	228	3,65
6	Moldova — Șomuz (Moldova)	42,8	105,9	24995	236	3,80
7	Lorău — Șuncuiuș (Criș Repede)	31,0	81,0	20700	256	4,10
8	Vîrful Cîmpului (Siret)	3,4	8,1	1081	135	2,10
9	Pitești amonte (Argeș)	7,0	15,0	4172	262	4,20
10	Tarnița — Lăpuștești (Someș)	1000,0	1200,0	150000	125	3,00
11	Nera — Prigor (Nera)	10,5	23,8	6174	259	4,20
12	Rogojelu — Turceni II (Jiu)	40,9	122,7	77325	630	10,10
13	Petrești — Mureș (Sebeș)	22,7	36,6	20150	550	8,80
14	Mîndra (Argeș amonte)	66,0	132,0	30777	233	3,70
15	Sector municipiu Buzău (Buzău)	22,8	41,9	12482	298	4,80
16	Răstolița — Reghin (Mureș)	63,0	156,0	16070	103	1,70
17	Petelea — Tg. Mureș (Mureș)	53,0	123,0	13180	107	1,70
18	Parva (Vișeu, Someș)	638,5	1021,2	220519	216	3,70
19	Bistra — Cîmpeni V. Mare (Arieș)	26,5	58,4	16912	290	4,60
20	Livezeni — Valea Sadului (Jiu)	220,0	440,0	73000	166	2,65
21	Tismana aval II (Tismana)	5,5	18,1	3056	169	2,70
22	Chirilești — Cislău (Buzău)	58,7	140,9	27500	196	3,10
23	Turnu Măgurele — Nicopol (Dunăre)	402,0[2]	2041,0[2]	284050[3]	139	2,23
24	Pietroasa (Crișul Pietros)	28,7	53,1	23867	450	7,20
25	Suraia — Vadu Roșca (Siret)	37,0	175,8	38200	217	3,50
26	Islaz — Dunăre (Olt)	30,0	55,7	11226[4]	201	3,20
27	Vatra Dornei — Borcea (Bistrița)	130,0	350,0	52540	150	2,40
28	Nehoiași — Mlăjet (Buzău)	44,8	113,0	22110	196	3,13
29	Dej — Jibou (Someș)	109,5	279,2	93343	334	5,40
30	Rușavăț — Ojasca (Buzău)	58,1	157,1	30393	193	3,10
Total	• cu CHEAP Tarnița — Lăpuștești	3437,5	7649,3[6]	1425237	186	3,35
	• fără Tarnița — Lăpuștești	2437,5	6449,5[5]	1275237	198	3,42

Note: (1) Evaluări trim. III 1992; (2) Partea României; (3) Investiția energetică (investiția totală 473420 mil.lei). (4) Investiția energetică (investiția totală 30341 mil.lei); (5) Energia echivalentă de bază calculată pe zone tarifare (vîrf tarifar, zi, noapte) rezultă de aproximativ 8550 GWh/an. Formula de calcul:

$$E\ echivalent\ bază\ (pe\ zone\ tarifare) = \frac{(E\ vf. \times tarif\ vf. + E\ zi \times tarif\ zi + E\ noapte \times tarif\ noapte}{tarif\ bază};$$

(6) Energia echivalentă de bază rezultă de aproximativ 10500 GWh/an

lor prezentate în tabelul 2, gradului mediu de valorificare atins în prezent în Europa.

La sfîrșitul anului 1991 erau în execuție 34 de amenajări hidroelectrice, dintre care 11 obiective parțial în funcțiune, fiind necesară, pentru a se ajunge la capacitatea lor finală, terminarea unor lucrări de captări și aducțiuni secundare, de baraje sau/și diguri aflate sub cota finală. Terminarea acestor obiective, deja puse în funcțiune, poate aduce o majorare a producției medii hidroelectrice cu 730 GWh/an. Investiția de deviz (în ipoteza finanțării din surse proprii) necesară pentru terminarea acestor amenajări este de circa 50 miliarde lei (prețuri trimestrul III 1992), rezultînd o investiție specifică de, rotund, 70 lei/kWh/an și un preț de cost mediu de circa 1,5 lei/kWh. Prin aceste lucrări producția medie a centralelor hidroelectrice (total macropotențial + micropotențial) se cifrează la 16665 GWh/an, ceea ce reprezintă un grad de valorificare de 41,7%.

Celelalte amenajări începute, dar care pînă în prezent nu sînt puse în funcțiune nici măcar la profil parțial, însumează o productibilitate

medie de 2915 GWh/an și necesită o investiție pentru punerea în funcțiune și terminarea lucrărilor de 550 miliarde lei, revenind o investiție specifică de 190 lei/kWh/an și un preț de cost de 3,0...3,5 lei/kWh. Potențialul amenajat va ajunge, astfel, la 19580 GWh în anul mediu, adică la 49% din total.

În etapa următoare, programul se va orienta cu precădere spre deschiderea unor noi șantiere. O parte dintre centralele noi, care ar putea fi luate în considerare sînt prezentate în tabelul 4.

nind la 200...250 lei/kWh/an, iar prețul mediu de cost la 3,5...4,3 lei/kWh.

O sinteză a acestui program este prezentată în tabelul 5.

Rezultă, așadar, că pentru a mări în următorii 20 de ani capacitatea medie de producție a sectorului hidroenergetic cu 8600 GWh/an deci pînă la un total de 24500 Gwh/an, este necesară o investiție totală de 1780 miliarde lei(în prețuri trim. III. 1992), investiția speci-

Tabelul 5

Etape de valorificare a potențialului hidroenergetic (schiță de program)

Etapa	Spor de producție pe etape [GWh/an]	Total producție medie a CHE [GWh/an]	Investiție necesară (în prețuri trim. III. 1992) [mld. lei]	Preț de cost [lei/kWh]	Grad de valorificare a potențialului hidro [%]
Sfîrșitul anului 1991	—	15935	—	—	39,8
Terminarea CHE puse în funcțiune	730	16665	50	1,5	41,7
Terminarea CHE începute, dar nepuse în prezent în funcțiune	2915	19580	550	3,2	49,0
Amenajarea unor CHE noi în perspectivă apropiată	950	20530	180	3,1	51,3
Amenajarea unor CHE noi în perspectivă mai îndepărtată (pînă aproximativ în 2015)	4000	24530	1000	4,3	61,3
Total	8595		1780	3,5	—

Într-o etapă apropiată ar urma să fie selectat un lot cuprinzînd amenajări printre cele mai avantajoase din punct de vedere energo-economic, unele dintre acestea prezentînd interes și pentru alte folosințe. Dintre acestea menționăm centralele : Livezeni — Valea Sadului (Jiu), Vatra Dornei — Borca (Bistrița), Novaci — Gilort, Pitești amonte (Argeș). Față de ritmul de realizare a lucrărilor din intervalul 1986—1991, cînd au fost puse în funcțiune centrale care au însumat o putere instalată de peste 1100 MW, lotul centralelor noi propuse într-o etapă apropiată va totaliza o putere instalată în jurul a 450 MW și o producție medie de 950 GWh/an, investiția necesară fiind de circa 180 miliarde lei, investiția specifică de 190 lei/kWh/an, iar prețul de cost al energiei de 3,1 lei/kWh. Se ajunge la o productibilitate medie a centralelor hidroelectrice de 20530 GWh/an, ceea ce reprezintă 51% din total.

În continuare, pentru a se putea depăși peste 20 de ani palierul unui grad de valorificare a potențialului de 60% este necesar să se amenajeze noi centrale însumînd o putere instalată de 1800...2000 MW și o producție medie de circa 4000 GWh/an, producția totală medie a sectorului hidroenergetic depășind, astfel, la acel orizont 24500 GWh/an. Conform celor prezentate în tabelul 4, realizarea acestor noi centrale va necesita investiții de ordinul a 800... 1000 miliarde lei, investiția specifică medie revefică corespunzătoare fiind de 210 lei/kWh/an, iar prețul mediu de cost 3,5 lei/kWh.

La nivelul producției totale de 24500 GWh/an sectorul hidroenergetic va realiza o economie de combustibil de 10,5 milioane tc.c.*/an sau de 41 milioane t/an cărbune (la 1800 kcal/kg) sau de 7,7 milioane t/an păcură, cu efecte benefice asupra mediului ambiant și asupra balanței de combustibil a țării. Economia suplimentară de combustibil, calculată față de nivelul productibilității medii la finele anului 1991, reprezintă 3,7 milioane tc.c.*/an sau 14,4 milioane t/an cărbune sau 2,7 milioane t/an păcură.

Pentru a se putea face o comparație valorică cu alte soluții energetice, menționăm că o kilowatt-oră din producția hidro, care poate fi suplimentar obținută după 1991, echivalează — în funcție de posibilitățile de acumulare și de gradul de echipare de care dispun diferitele amenajări — cu 1,2 kWh pînă la 1,7 kWh energie de bază, în medie 1,3...1,35 kWh, calculul fiind făcut pe zone tarifare (vîrf, zi, noapte) conform celor prezentate în tabelul 4 (a nu se confunda cu echivalarea făcută în tabelul 3, pe zone funcționale : vîrf, semivîrf, bază). Producției suplimentare efective de 8600 GWh/an îi corespunde o energie echivalentă

* 1 t c.c. = $29{,}3 \times 10^9$ J.

de bază de 11390 GWh/an, iar acesteia o investiție specifică de 160 lei/kWh/an și un preț de cost de 2,7 lei/kWh, cu mult sub prețul de cost al CTE.

Valorificarea potențialului hidroenergetic apare favorabilă și în comparație cu importul de energie electrică. Admițînd pentru energia de bază importată un tarif de 5,3 c/kWh la consumatori, căruia i-ar corespunde la nivelul barelor centralelor un preț de circa 4,3 c/kWh, rezultă, în medie, un curs de revenire pentru energia hidroelectrică echivalentă de bază de 63 lei/$ SUA, în limite cuprinse pentru diferitele amenajări din tabelul 4 între 30 lei/$ și 177 lei/$, deci mult sub cursul de revenire oficial (reamintim că evaluările în lei sînt la nivelul trimestrului III 1992).

Ținînd seama și de efectele benefice ale unor amenajări hidroelectrice (altele în afară de CHE Turnu Măgurele de pe Dunăre și de CHE Islaz de pe Olt, pentru care investiția energetică este în prezent oficial stabilită) asupra altor domenii economice sau de natură socială, indicii de cost prezentați mai sus se pot micșora cu pînă la 40...50% (cazul amenajărilor Parva de pe Vișeu — Someș sau Răstolița), iar în medie, pe ansamblul programului preconizat, cu minimum 15%, situație în care investiția specifică medie a energiei echivalente de bază coboară la 135 lei/kWh/an, iar prețul de cost mediu la 2,3 lei/kWh.

Desigur, pentru o fundamentare deplină, eficiența amenajărilor hidroelectrice trebuie analizată și în raport cu soluțiile energetice echivalente înlocuitoare (marginale) pe baza criteriilor care țin seama de efectul factorului timp, utilizînd metodologia specifică acceptată de Banca Mondială și adoptată pentru analize energetice de țările cu economie de piață.

Soluțiile energetice marginale trebuie să fie echivalente cu CHE din punctul de vedere al mărimii puterii garantate, al cantității și calității producției, al elasticității în exploatare, al serviciilor întreprinse în cadrul sistemului energetic, al fiabilității. Soluții marginale pentru CHE gravitaționale pot fi:

— pentru puterea de vîrf garantată, pentru energia de vîrf și pentru funcțiile de reglaj și intervenție rapidă în caz de avarii în sistem: CTG sau CHEAP (parțial, pentru primele două caracteristici și CTE cu pornire rapidă);

— pentru energia de semivîrf și energia de bază: CTE pe păcură sau CNE.

Ediția revizuită a normativului PE-011, care va constitui baza metodologică internă a calculelor de eficiență energo-economică bazate pe analiza beneficiu/cost va fi finalizată în prima parte a anului 1993. Urmează, de asemenea, ca tot în cursul anului 1993 să fie elaborate prescripțiile de calcul și elementele economice de bază pentru centralele marginale.

(Primit la 21 decembrie 1992, acceptat la 2 martie 1993)

Evaluarea incidentelor și accidentelor nucleare

Scopul lucrării de față este de a prezenta o serie de probleme fundamentale legate de evaluarea incidentelor și accidentelor nucleare. Se prezintă structura modelului INES elaborat de Agenția Internațională pentru Energia Atomică de la Viena și care a fost propus ca o scară internațională experimentală de evaluare și comunicare a evenimentelor nucleare. Acest model constituie un pas important în transferul cunoștințelor de exploatare a reactoarelor nucleare de putere între diferite țări cu programe energetice nucleare.

The purpose of this paper is to present a series of fundamental problems related to the evaluation of nuclear incidents and accidents. It is presented the structure of the INES model of the, International Atomic Energy Agency, Vienna, which has been proposed as an experimental scale for evaluating and communicating nuclear events. This model is an important step forward in the international transfer of the nuclear power reactors operation knowledge.

Prof. dr. ing. CONSTANTIN BRĂTIANU*

Descriptori; energetică nucleară, securitate nucleară, incidente și accidente nucleare

Introducere

Dacă acceptăm ideea că experiența este cel mai bun profesor, atunci va trebui să analizăm cu multă atenție incidentele și accidentele nucleare produse în exploatarea reactoarelor nucleare de putere, pentru a putea înțelege și verifica cît mai bine lecțiile care decurg din desfășurarea lor. Astfel, dacă am fi studiat cu atenție accidentele nucleare de la Windscale (1957) și Three Mile Island (1979), istoria energeticii nucleare poate că nu ar mai fi consemnat accidentul de la Cernobîl (1986).

Scopul lucrării de față este de a prezenta o serie de probleme fundamentale legate de evaluarea evenimentelor anormale de exploatare a reactoarelor nucleare de putere și de a expune în mod sintetic conceptele care au stat la baza elaborării scării internaționale pentru evauarea evenimentelor nucleare INES (International Nuclear Event Scale).

* Facultatea de Inginerie Mecanică, Universitatea Politehnică din București

1. Evenimente nucleare

Una dintre lecțiile cele mai interesante pe care ne-a oferit-o accidentul de la Three Mile Island a fost aceea că evaluarea riscului nuclear nu trebuie să se reducă la analiza accidentului maxim credibil, cunoscut în literatura de specialitate și ca accidentul de bază în proiectare. Acesta este imaginat ca fiind pierderea agentului de răcire a zonei active prin ghilotinarea unei conducte de alimentare a reactorului nuclear — LOCA [1,2]. Studiile teoretice și sofisticatele cercetări de laborator pentru obținerea unui model de accident LOCA cît mai adecvat nu au fost de prisos. Ele au dus la rezultate remarcabile în proiectarea sistemelor de securitate nucleară. În același timp, însă, și la o imagine simplificată a riscului nuclear. Paradoxul de la Three Mile Island a fost acela că pierderea agentului de răcire din zona activă s-a produs nu printr-un singur accident de tip LOCA, ci prin agregarea mai multor incidente minore de exploatare într-o secvență cu conse-

cinţe nucleare foarte grave [1,5]. Cu alte cuvinte, ipoteza de evaluare a riscului nuclear pornind de la un singur accident maxim credibil va trebui înlocuită cu ipoteza existenţei mai multor evenimente ce pot declanşa secvenţe cu consecinţe nucleare comparabile cu cele generate printr-un accident LOCA.

În această perspectivă devine semnificativ conceptul de **eveniment nuclear**. Acesta poate fi definit ca fiind o eroare umană sau o disfuncţie a componentelor dintr-o instalaţie nucleară, care poate duce, în mod direct sau indirect, la degradarea capacităţii de acţiune a sistemului de securitate. La limită, această degradare poate rezulta în scăpări de material radioactiv în incinta centralei nucleare sau în afara ei, provocînd contaminări la personalul de exploatare şi, respectiv, la populaţia din imediata vecinătate a centralei.

Analiza evenimentelor nucleare trebuie să urmărească atît consecinţele pe care le pot avea, cît şi capacitatea lor de iniţiere a altor evenimente nucleare. Dacă un eveniment nuclear nu pote fi asociat cu nici o secvenţă de degradare a sistemului de securitate al reactorului nuclear, atunci se spune că evenimentul respectiv este nesemnificativ din punctul de vedere al riscului. De exemplu, dintr-un motiv oarecare s-a produs o cădere accidentală a barelor de oprire a reacţiei de fisiune nucleară în lanţ. Este un eveniment anormal, care iniţiază secvenţa de oprire a reactorului. Dacă toate sistemele funcţionează corect şi oprirea reactorului se face conform procedurilor de exploatare, evenimentul iniţial nu contribuie la degradarea capacităţii de acţiune a sistemului de securitate şi deci are o semnificaţie nulă din punct de vedere nuclear [9].

Din punct de vedere matematic, fiecărui eveniment nuclear i se pot deci asocia două probabilităţi : a) probabilitatea de producere a lui, ca proprietate intrinsecă a existenţei lui, şi b) probabilitatea de influenţare a producerii unui alt eveniment, ca o proprietate de asociere la alte evenimente. Privită astfel, dinamica evenimentelor nucleare duce la o evaluare mai corectă a riscului nuclear şi a capacităţii de acţiune a sistemului de securitate [10, 11].

Pentru descrierea acestei capacităţi de acţiune s-au propus următoarele funcţii de stare [8,9] :

a) Stare de funcţionare integrală. În această stare, toate sistemele şi componentele acestora proiectate să intervină într-un anume moment sînt în perfectă stare de funcţionare.

b) Stare de funcţionare limitată operaţional. La iniţierea unei secvenţe de evenimente nucleare, capacitatea de intervenţie a sistemelor de securitate este limitată operaţional, dar ele pot asigura un nivel minim acceptabil de securitate. Acest nivel minim trebuie specificat în instrucţiunile de exploatare a reactorului nuclear .

c) Stare de funcţionare acceptabilă. Capacitatea de acţiune se află în acest caz la un nivel inferior cazului de mai sus, dar se consideră acceptabilă deoarece satisface anumite cerinţe fundamentale. De exemplu, dacă se produce pierderea alimentării cu energie electrică a pompelor de circulaţie din sistemul principal de transport al căldurii, răcirea zonei active se poate face, totui şi, prin convecţie naturală. Evident, pentru un timp foarte scurt, dacă reactorul nu este oprit.

d) Stare de funcţionare inacceptabilă. Aceasta înseamnă că nu pot fi asigurate cerinţele minime de performanţă prevăzute prin proiect pentru sistemele de securitate.

Pentru o descriere calitativă a evenimentelor nucleare capabile să iniţieze secvenţe de evenimente cu consecinţe nucleare, modelul INES cuprinde următoarea clasificare : anticipate, posibile şi puţin probabile. De exemplu, pentru un PWR, putem considera următoarele evenimente ca fiind uşor de **anticipat** : oprirea reactorului nuclear, pierderea apei de alimentare la căderea unei pompe din circuitul primar, depresurizarea circuitului primar la o deschidere accidentală a supapei de siguranţă prevăzută pe eşaparea presurizorului sau prin intrarea accidentală în funcţiune a sistemului de stropire din presurizor, perturbaţii în sistemul de alimentare cu energie electrică etc.

Ca evenimente nucleare **posibile** menţionăm : accidentul LOCA de mici dimensiuni, ruperea unui tub în generatorul de abur, scăpări din bazinul de calmare al combustibilului ars etc. Ca evenimente puţin sau foarte **puţin probabile** menţionăm : accidente LOCA majore, ejectarea unei bare de control, scăparea unui ansamblu de combustibil nuclear scos din reactor peste un alt ansamblu deja existent în bazinul de calmare.

2. Criterii de evaluare a evenimentelor nucleare

Pentru a înţelege mai bine dificultăţile legate de stabilirea unor criterii cît mai adecvate pentru evaluarea evenimentelor nucleare, să reamintim care sînt caracteristicile definitorii ale conceptelor de securitate nucleară şi risc nuclear.

Securitatea nucleară se referă la capacitatea unui sistem care conţine material radioactiv de a-l containeriza cît mai bine pe timpul funcţionării lui sau în caz de avarii. Cu alte cuvinte, capacitatea de a împiedica răspîndirea lui în mediul înconjurător. Controlul strict

al radioactivității se află deci la baza securității oricărui reactor nuclear.

Riscul nuclear este un concept complementar prin care se evaluează posibilitatea ca o parte a materialului radioactiv să scape din sistemul considerat și să contamineze mediul înconjurător. Această contaminare îmbracă trei aspecte

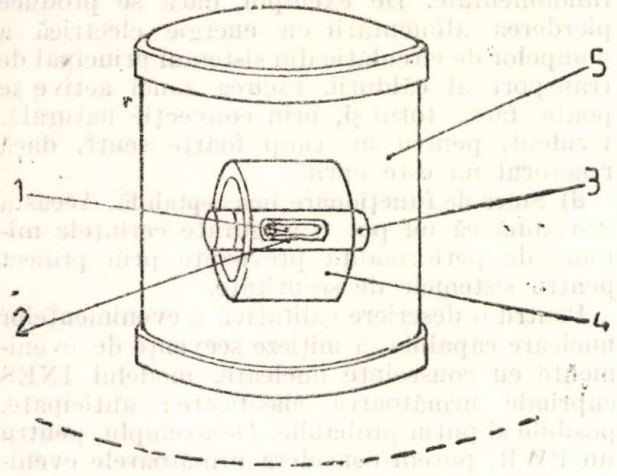


Fig. 1. Bariere nucleare: 1 — combustibil nuclear; 2 — teacă de protecție; 3 — sistem primar transport căldură; 4 — reactor nuclear; 5 — anvelopă nucleară.

diferite: echipamente, personalul de exploatare al centralei și mediul înconjurător. În cazuri grave, cum a fost accidentul de la Cernobîl, riscul nuclear se manifestă la distanțe mari față de centrală, datorită deplasării maselor mari de aer atmosferic [2, 4, 6].

În general, securitatea nucleară se evaluează prin estimarea riscului de accident și a consecințelor umane și materiale ce pot rezulta din acesta. Noțiunea de risc implică deopotrivă probabilitatea de producere a unui accident, cît și pe cea de realizare a consecințelor asociate. Primul studiu cuprinzător al securității reactoarelor nucleare de putere a fost întreprins de un colectiv de specialiști americani sub îndrumarea profesorului N. Rasmussen de la Massachussetts Institute of Technology, SUA [1,2]. Obiectivul principal al studiului a fost acela de a face o estimare realistă a riscului nuclear generat de PWR și BWR și de a compara acest risc cu alte riscuri de origine nenucleară la care este supusă societatea de astăzi.

Raportul Rasmussen a folosit drept criteriu fundamental de evaluare a dinamicii evenimentelor nucleare impactul lor asupra mediului ambiant. Acest impact poate fi exprimat în funcție de cantitatea materialelor radioactive scăpate de sub control, de perioada de înjumătățire a diferiților radionuclizi, precum și de nivelul de expunere la radiații a populației din zonă.

Dacă materialul radioactiv scăpat din sistemul reactorului nuclear a rămas containerizat în anvelopa nucleară, atunci evenimentele nucleare care l-au produs sînt evaluate pe baza impactului intern produs asupra echipamentelor și a personalului de exploatare. Deoarece un impact grav poate rezulta din distrugerea parțială a zonei active, starea combustibilului nuclear deține un rol important în aplicarea acestui criteriu de evaluare a evenimentelor nucleare.

Un alt aspect important al aprecierii gravității unui eveniment nuclear îl constituie gradul de deteriorare a capacității de acțiune a sistemului de securitate. Cu alte cuvinte, gradul de penetrare de către materialul radioactiv a diferitelor bariere nucleare [8]. Reamintim că principalele bariere proiectate să împiedice răspîndirea substanțelor radioactive sînt: combustibilul nuclear, teaca de protecție, tubul de presiune sau vasul de presiune al reactorului, sistemul de conducte ale circuitului principal de transport al căldurii și anvelopa reactorului nuclear.

Din cele prezentate mai sus se pot desprinde cele trei criterii de evaluare a consecințelor evenimentelor nucleare:

a) degradarea sistemului de apărare în adîncime al reactorului nuclear, prin străpungerea unor bariere nucleare;

b) impactul intern asupra echipamentelor și a personalului de exploatare din centrala nucleară electrică;

c) impactul extern asupra mediului ambiant și a populației din zonele limitrofe.

Evenimentele nucleare care sînt evaluate pe baza criteriilor a) și b) se numesc **incidente**, iar cele care sînt evaluate pe baza criteriilor b) și c) se numesc **accidente**. Ierarhizarea lor se va face în cele ce urmează pe baza nivelului lor de gravitate.

3. Structura modelului INES

Modelul INES (International Nuclear Event Scale) a fost propus de către Agenția Internațională pentru Energia Atomică de la Viena, în 1990, ca un procedeu experimental de evaluare a evenimentelor nucleare și de comunicare a lor [7—10]. După o perioadă de testare a capacității acestui model de evaluare a consecințelor incidentelor și accidentelor nucleare, AIEA va trece la definitivarea și adoptarea lui ca instrument efectiv de lucru.

La baza elaborării INES au stat scările de evaluare a evenimentelor nucleare din țările cu programe nucleare avansate, în mod deosebit cele experimentate în Franța și în Japonia. Scopul principal al modelului INES este acela de a facilita comunicarea și transferul de cunoștințe în exploatarea reactoarelor nucleare de putere. Modelul încearcă să pună incidentele

Nivel/Descriptor	Criterii		
	Impact extern	Impact intern	Degradare bariere nucleare
7 Accident nuclear major	Scăpări masive de material radioactiv		
9 Accident nuclear grav	Scăpări mari de material radioactiv		
5 Accident nuclear cu impact extern	Scăpări semnificative de material radioactiv	Distrugere severă a zonei active	
4 Accident nuclear	Scăpări foarte mici de material radioactiv	Distrugere parțială a zonei active	
3 Incident grav	Scăpări nesemnificative de material radioactiv	Contaminări majore la personalul de exploatare	Distrugere bariere nucleare
2 Incident			Consecințe semnificative
1 Anomalie			Devieri de la regimul normal de funcționare
0 Sub scară			Consecințe nucleare nesemnificative

Fig. 2. Structura modelului INES.

și accidentele nucleare într-o singură perspectivă și să explice în termeni simpli semnificația și importanța lor relativă. Modelul INES a fost gîndit pentru reactoarele nucleare de putere, dar el poate fi extins și la reactoarele nucleare de cercetare, precum și la alte clase de instalații nucleare.

Un rol important în elaborarea modelului INES l-a avut experiența seismologilor în evaluarea **intensității** și **magnitudinii** cutremurelor. Intensitatea unui cutremur se stabilește pe baza gradului de distrugere a construcțiilor, amploarea deformărilor suprafeței pămîntului și reacțiile oamenilor față de șocul seismic [3]. Prima scară de intensități seismice din timpurile moderne a fost întocmită de Rossi în Italia și Forel în Elveția în anul 1880. O altă scară, mai perfecționată, a fost întocmită în anul 1902 de seismologul italian Mercalli și are 12 grade. Aceasta a fost modificată de H.O. Wood și F. Newmann, fiind cunoscută sub denumirea de **scara intensității seismice.**

Deși sînt valoroase în interpretarea evenimentelor seismice, aceaste scări de intensitate nu pot fi aplicate direct în practica construcțiilor. De aceea s-a încercat elaborarea unei scări pentru stabilirea cutremurelor cu ajutorul înregistrărilor instrumentale. O primă încercare o face în acest sens Wadati în anul 1931 pentru cutremurele din Japonia. Charles Richter a adoptat și perfecționat metoda utilizată de Wadati, stabilind o scară a **magnitudinii cutremurelor.** Metoda se bazează pe utilizarea amplitudinii undei seismice măsurate cu ajutorul seismografului. Richter a definit **magnitudinea** unui cutremur drept logaritmul în baza 10 a amplitudinii maxime a undei seismice înregistrată de un seismograf standard [3]. Aceasta înseamnă că fiecare creștere a magnitudinii cu o unitate corespunde unei creșteri a amplitudinii de 10 ori. Cutremurele cu magnitudinea 7 sau mai mare sînt considerate majore. Magnitudinea unui cutremur nu poate da informații asupra distrugerilor. De exemplu, un cutremur de o anumită magnitudine într-o zonă dens populată poate provoca multe pierderi de vieți omenești și distrugeri considerabile, iar altul de aceeași magnitudine produs într-o zonă nepopulată nu va provoca astfel de pagube.

Argumentele de mai sus au fost luate în considerație și de autorii modelului INES. Astfel, scara propusă de ei este de tip logaritmic, iar nivelul 7 indică un accident major. Evaluarea evenimentelor nucleare implică deopotrivă aspecte **calitative,** similare scării de intensitate seismică, și aspecte **cantitative,** similare scării de magnitudine seismică. Ceea ce poate fi măsurat în cazul unui eveniment nuclear este numai spectrul de radionuclizi produs și nivelul lor de radioactivitate. Degradarea capacității de intervenție a sistemului de securitate se face pe baza unor modele computaționale probabilistice. Celelalte aspecte luate în considerație sînt pur calitative și țin de resortul experienței inginerești de exploatare a reactoarelor nucleare de putere.

Modelul de evaluare INES este structurat pe 7 niveluri, primul nivel fiind atribuit evenimentelor cu consecințe nucleare minime. Cele care se consideră anormale în raport cu para-

metrii de exploatare ai reactorului, dar care nu prezintă consecinţe de risc nuclear sînt de nivel 0 (zero)şi nu se iau în consideraţie. Evenimentele nucleare clasificate la nivelul 1—3 sînt denumite **incidente**, iar cele clasificate 4—7 sînt denumite **accidente**. Aspectele calitativ-cantitative luate în consideraţie la evaluarea evenimentelor nucleare sînt prezentate succint în cele ce urmează.

● **Nivelul 1: Anomalia.** Este un eveniment marcat prin devieri de la regimul normal de exploatare. Un astfel de eveniment nu are impact asupra mediului ambiant, nu expune personalul de exploatare la doze mărite de radiaţii şi nici nu provoacă distrugerea vreunei bariere nucleare. Dar producerea lui contribuie în mod indirect la reducerea capacităţii de intervenţie a sistemelor de securitate nucleară. De exemplu, în urma unor teste de rutină la sistemul de stropire al anvelopei unui PWR, vanele de pe refularea pompelor de alimentare cu apă a acestui sistem au rămas închise. Este vorba deci de un eveniment anormal de exploatare cauzat de o eroare umană. În mod direct, acest eveniment nu prezintă nici un risc nuclear, deoarece nu a produs distrugerea barierelor nucleare de protecţie. Dar, în mod indirect, duce la degradarea capacităţii de intervenţie a sistemului de securitate prin inactivarea sistemului de stropire. Deci, în caz de nevoie, acest sistem de stropire nu va putea funcţiona datorită poziţiei greşite a vanelor de pe refularea pompelor. Probabilitatea de descoperire a erorii umane produse, cu ocazia testelor următoare, este cu mult mai mare decît probabilitatea producerii unui accident nuclear, care să implice folosirea sistemului de stropire, fapt ce face ca evenimentul anormal produs să fie considerat minor.

● **Nivelul 2: Incident.** Este un eveniment nuclear cu consecinţe directe asupra degradării capacităţii de acţiune a sistemului de securitate al reactorului nuclear. De exemplu, la un reactor de tip GCR se opresc turbosuflantele de circulaţie a agentului de răcire. Se opreşte imediat şi reactorul nuclear, iar căldura reziduală generată în zona activă este preluată prin circulaţia naturală a gazelor. Deşi convecţia naturală nu poate asigura parametrii funcţionali ai unui regim normal postoprire, ea poate fi acceptată deoarece asigură cerinţele minime, iar timpul de generare a căldurii reziduale nu este prea mare.

● **Nivelul 3: Incident grav.** Este evenimentul nuclear cu cele mai serioase consecinţe asupra capacităţii de funcţionare a sistemului de securitate, deoarece produce în mod direct o străpungere a barierelor de apărare. Aceasta duce la scăpări de material radioactiv, respectiv la expunerea personalului de exploatare la doze mărite de radiaţii. Analiza unui incident grav se face deci atît pe baza criteriului de degradare a sistemului de securitate, cît şi pe cel de impact intern. Impactul extern este nesemnificativ, fapt pentru care nu se impun măsuri de protecţie a populaţiei. În interiorul centralei, însă, datorită materialului radioactiv care a penetrat o parte din barierele de protecţie ale reactorului se poate ajunge la doze individuale de pînă la 50 mSv. Se impun măsuri de protecţie şi de limitare a secvenţei de evenimente ce poate duce la un accident nuclear. Un incident grav se poate produce şi în afara anvelopei nucleare, în cazul unor defecţiuni la sistemul de manipulare a combustibilului ars, scos din reactor.

● **Nivelul 4: Accident nuclear.** Începînd cu acest nivel, toate evenimentele nucleare devin accidente. Barierele de protecţie au fost străpunse şi s-au produs scăpări de material nuclear. Prin fisurarea tecilor elementelor combustibile s-a produs o distrugere parţială a zonei active a reactorului nuclear. În interiorul centralei pot să apară efecte acute de contaminare la personalul de exploatare, de ordinul a 1 Sv. Deoarece aprecierea de „distrugere parţială" a zonei active este calitativă, în practică se consideră că o astfel de situaţie apare atunci cînd s-au produs defecţiuni la teaca de protecţie a elementelor combustibile la mai mult de 10% din totalul acestora; în mod echivalent, situaţia poate fi apreciată dacă scăpările de substanţe radioactive reprezintă mai mult de 0,01% din întregul inventar al zonei active. Impactul extern asupra populaţiei din zonă şi a mediului ambiant se ridică la valori ce nu depăşesc limitele maxime admise. Aceasta înseamnă doze individuale de ordinul a cîţiva milisieverţi. Nu se impun măsuri generale de protecţie a populaţiei, dar în mod preventiv se poate face un control radioactiv al alimentelor şi al produselor agroalimentare din zonă. Un accident nuclear de nivel 4 s-a produs în 1980 la CNE Saint-Laurent, Franţa.

● **Nivelul 5: Accident nuclear cu impact asupra mediului ambiant.** Este un eveniment nuclear, sau o secvenţă de evenimente, care a condus la distrugerea gravă a zonei active şi la scăpări importante de substanţe radioactive, ce depăşesc cîteva procente din totalul conţinut în reactor. Din punct de vedere radiologic, aceste scăpări spre mediul ambiant sînt echivalentul a sute şi mii de terabecquereli de iod-131. Se impun măsuri de protecţie pentru locuitorii din zonă, eventual chiar şi o evacuare limitată. Pînă acum, dintre toate accidentele nucleare produse sînt considerate de nivel 5 numai cel de la Windscale (1957) din Marea Britanie şi cel de la Three Mile Island (1979) din USA.

● **Nivelul 6: Accident nuclear grav.** Se caracterizează printr-un impact puternic asupra mediului ambiant, scăpările de substanţe

radioactive generînd echivalentul a zeci de mii de terabecquereli iod-131. Se impun planuri de urgență pentru populația din zonă pentru a limita consecințele radiologice. Istoria de pînă acum a energeticii nucleare nu a consemnat încă nici un accident de acest nivel.

● **Nivelul 7: Accident nuclear major.** Se caracterizează prin scăpări importante de substanțe radioactive în mediul ambiant, cu efecte imediate și de lungă durată asupra oamenilor, florei, faunei și chiar a solului. Se impun planuri de urgență pentru limitarea consecințelor radiologice, precum și pentru izolarea focarului radioactiv. Singurul accident nuclear major înregistrat pînă acum a fost cel de la CNE Cernobîl (1986) din fosta URSS. Consecințele acestui accident au fost dezastruoase și datorită faptului că reactorul nuclear RBMK nu era prevăzut cu anvelopă de protecție. Clădirea în care se afla reactorul nuclear a fost construită ca o clădire de tip industrial, care nu a putut conține produsele rezultate din dezintegrarea zonei active a reactorului. De asemenea, lipsa unor acțiuni organizatorice imediate de implementare a planurilor de urgență a condus la expunerea populației la doze nepermis de mari de radiații.

Concluzii

Modelul INES propus de Agenția Internațională pentru Energie Atomică în scopul evaluării evenimentelor nucleare oferă pentru prima dată țărilor cu programe nucleare posibilitatea unui transfer util de informații și experiență de exploatare a reactoarelor nucleare de putere. Comunicarea evenimentelor de exploatare cu consecințe asupra riscului nuclear, la nivel național și internațional, devine astfel un numai posibilă, dar și necesară. Datorită caracterului dual al energiei nucleare militar-civil, informarea și comunicarea în acest domeniu au fost practic inexistente.

Primul pas important în acest sens a fost făcut în SUA după accidentul de la Three Mile Island, prin înființarea INPO (Institute of Power Operation) și prin schimbarea totală a structurii de informare în domeniul incidentelor și accidentelor nucleare.

Cel de-al doilea pas important s-a făcut după accidentul de la Cernobîl, la solicitarea comunității internaționale, avîndu-se în vedere impactul extern al accidentelor nucleare grave și majore.

Cel de-al treilea pas important s-a făcut sub auspiciile Agenției Internaționale pentru Energia Atomică prin crearea Sistemului pentru Raportarea Evenimentelor Anormale din CNE. De fapt, acest sistem a creat premisele elaborării și implementării modelului INES.

Scopul prezentei lucrări a fost de a reflecta asupra principalelor probleme legate de acest model și de a crea o perspectivă de proiecție în cadrul dezvoltării unei culturi de securitate nucleară, necesară pentru toți cei care lucrează direct sau vin în contact cu specificul unui program energetic nuclear.

BIBLIOGRAFIE

[1] Brătianu, C. *Virstele atomului*. Editura Tehnică, București, 1983.

[2] Brătianu, C., Bendic, V., Georgescu, Vl. *Strategii și filiere energetice nucleare*. Editura Tehnică, București, 1990.

[3] Mândrescu, N. *Omul în fața unor catastrofe naturale*. Editura Tehnică, București, 1984.

[4] Medvedev, G. *Adevărul despre Cernobîl*. Editura Humanitas, București, 1992.

[5] * * * *The Accident of Three Mile Island*. În: EPRI Journal, June, 1980, p. 6—43.

[6] * * * *L'accident de Tchernobyl*, Rapport IPSN—2/86, rev. 3, Commissariat a L'Energie Atomique, France.

[7] * * * *Systems for Reporting Unusual Events in Nuclear Power Plants*, Safety Series, No. 93, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1990.

[8] * * * *Principes fondamentaux de sureté pour les centrales nucleaires*, Agence Internationale de l'Energie Atomique, Vienne, 1990.

[9] * * * *INES: The International Nuclear Event Scale, User's Manual*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1990.

[10] * * * *INES: The International Nuclear Event Scale, Addendum*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1990.

[11] * * * *Case study on the use of PSA methods: Assessment of technical specifications for the reactor protection system instrumentation*, IAEA-TECDOC-669, International Atomic Energy Agency, 1992.

(Primit la 12 februarie 1993, acceptat la 1 martie 1993)

Pendulul termodinamic adiabat reversibil și ireversibil în ipoteza marilor oscilații

Prof. dr. ing. STOIAN PETRESCU,
ș.l. ing. GEORGE STĂNESCU,
ș.l. ing. ROXANA IORDACHE*
ing. RUXANDRA CECIU,
ing. ROXANA DINU**

Se studiază pendulul termodinamic adiabat reversibil și ireversibil în ipoteza marilor oscilații cu ajutorul integrării numerice a ecuațiilor de mișcare pe calculator.

În varianta ireversibilă a pendulului termodinamic adiabat se ține cont de ireversibilitatea generată de viteza finită a deplasării pistonului, prin exprimarea presiunii pe piston prin relația :

$$p_p = p_{m.i.g.}\left(1 \pm \frac{aw}{C}\right)$$

în care : $p_{m.i.g.}$ *este presiunea medie instantanee din gaz ;*
w *— viteza pistonului ;*
C *— viteza medie moleculară ;*
$a = 2-3$ *— coeficient care depinde de de natura gazului.*

Se ține cont, de asemenea, de ecuația adiabatei de viteză finită :

$$p_1 V_1^k \left(1 \pm \frac{aw}{C_1}\right)^2 = p_2 V_2^k \left(1 + \frac{aw}{C_2}\right)$$

The reversible and irreversible adiabatic thermodynamic pendulum under great oscillations by means of digital integration of motion equation on computer is studied.

For the irreversible type of this pendulum, it is taken into account the irreversibility generated by the final speed of the piston displacement by expressing the pressure within piston :

$$p_p = p_{m.i.g.}\left(1 \pm \frac{aw}{C}\right)$$

where: $p_{m.i.g.}$ *is the gas mean prompt pressure ;* w *= piston speed;* C *= mean molecular speed;* $a = 2 - 3$ *factor that depends on the gas type.*

The finite speed in the adiabat equation are also taken into account :

$$p_1 V_1^k \left(1 \pm \frac{aw}{C_1}\right)^2 = p_2 V_2^k \left(1 \pm \frac{aw}{C_2}\right)^2$$

Descriptori : pendul termodinamic, fenomene adiabate reversibile și ireversibile, mari oscilații

* Facultatea de Mecanică, Universitatea Politehnică, București ; ** ICSIT, Titan, București

I. Introducere

Într-o lucrare anterioară [1] s-a studiat pendulul termodinamic izoterm și adiabat în ipoteza micilor oscilații. În această ipoteză, viteza de desfășurare a proceselor succesive comprimare-destindere este relativ mică, motiv pentru care s-a admis că aceste procese sînt reversibile din punct de vedere termodinamic. Pe de altă parte, oscilațiile fiind mici a fost posibilă integrarea analitică a ecuației de mișcare, pentru descrierea proceselor în timp.

În prezenta lucrare dorim să ne apropiem de realitatea ce apare, de exemplu, într-o mașină cu pistoane libere (de exemplu motor Stirling cu pistoane libere [2,3]), în cazul folosirii **arcurilor cu gaz** — pentru inversarea sensului de mișcare a pistoanelor. Un astfel de arc cu gaz poate fi considerat un pendul adiabat cu mari oscilații, la care viteza pistonului nu mai este neglijabilă, ci poate atinge valori uzuale din mașinile termice 5—10 m/s. În aceste condiții viteza finită a pistonului atrage după sine generarea ireversibilității termodinamice, chiar și în lipsa frecării dintre piston și cilindru [4—10].

În lucrările [4—6] s-a arătat că presiunea pe un piston mobil p_p poate fi exprimată prin relația :

$$p_p = p_{\text{m.i.g.}} \left(1 \pm \frac{aw}{C}\right), \qquad (1)$$

în care :

$P_{\text{m.i.g.}}$ este presiunea medie instantanee din gaz ;

w — viteza pistonului ;

C — viteza medie moleculară $= \sqrt{3RT}$;

a — un coeficient ce depinde de natura gazului, cuprins între 2—3, cu semnele (+) pentru comprimare și (—) pentru destindere.

Cu relația (1) s-a putut exprima lucrul mecanic în interacțiunea cu viteza finită piston-gaz :

$$\delta L_w = P_{\text{m.i.g.}} \left(1 \pm \frac{aw}{C}\right) \cdot \mathrm{d}V \qquad (2)$$

care introdus în principiul I pentru sistemele închise conduce la :

$$\mathrm{d}U = \delta Q - \delta L_w = \delta Q - P_{\text{m.i.g.}} \cdot \left(1 \pm \frac{aw}{C}\right) \cdot \mathrm{d}V. \qquad (3)$$

Integrînd această expresie pentru condiții adiabate au rezultat [7,9] ecuațiile adiabatei de viteză finită :

$$p_1 V_1^k \left(1 \pm \frac{aw}{C_1}\right)^2 = p_2 V_2^k \left(1 \pm \frac{aw}{C_2}\right)^2 \qquad (4a)$$

$$T_1 V_1^{k-1} \left(1 \pm \frac{aw}{C_1}\right)^2 = T_2 V_2^{k-1} \left(1 \pm \frac{aw}{C_2}\right)^2 \qquad (4b)$$

$$\frac{T_1}{p_1 \dfrac{k-1}{k}} \left(1 \pm \frac{aw}{C_1}\right)^{\frac{2}{k}} = \frac{T_2}{p_2 \dfrac{k-1}{k}} \left(1 \pm \frac{aw}{C_2}\right)^{\frac{2}{k}}.$$

Cu ajutorul acestor ecuații se poate aborda cantitativ problema desfășurării proceselor ireversibile dintr-un pendul adiabat în care apar mari oscilații de viteză finită, după cum urmează.

În figura 1 se prezintă modelul fizic al pendulului adiabat [10, pag. 49, fig. 9]. La punerea greutății G pe talerul pistonului apare un

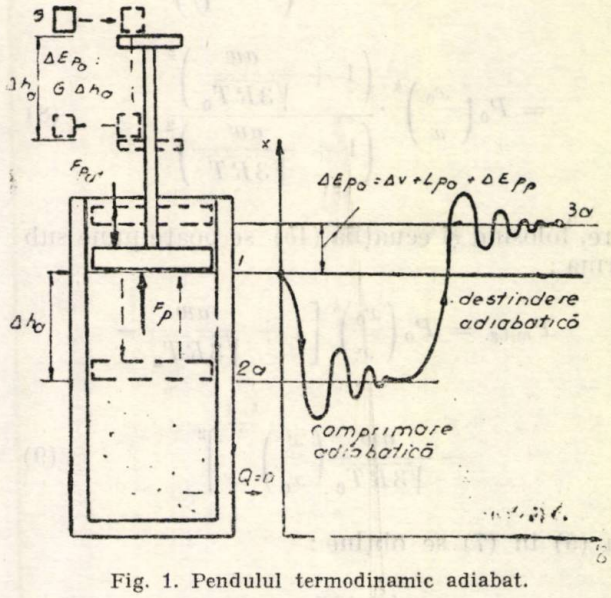


Fig. 1. Pendulul termodinamic adiabat.

dezechilibru de forțe în sistem care generează mișcarea de oscilație a pistonului, care poate fi descrisă de ecuația :

$$G = G_p + F_{p_{at}} - F_p = M_0(\ddot{x}) \qquad (5)$$

Integrarea acestei ecuații pentru a ajunge la descrierea efectivă a mișcării ireversibile a pendulului adiabat se poate face numai după explicarea celor două forțe : 1) $F_{p_{at}}$ — forța de presiune cu care acționează aerul atmosferic asupra pistonului, care conform cu (1) se exprimă :

$$F_{p_{at}} = S_p \cdot p_{at} \left(1 - \frac{aw}{\sqrt{3RT'}}\right) \qquad (6)$$

(la mersul în jos se ia semnul + în paranteză) ;

2) F_p — forța de presiune cu care gazul din cilindru acționează asupra pistonului (sistemul

închis). Pentru a putea explica această forță folosim din nou relația (1):

$$F_p = P_p \cdot S_p = S_p \cdot P_{\text{m.i.g.}} \left(1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT}}\right) \quad (7)$$

(la mersul în jos s-a luat semnul + în paranteză, corespunzînd comprimării gazului din cilindru). Presiunea medie instantanee din gaz $P_{\text{m.i.g.}}$ se poate exprima cu ajutorul ecuației adiabatei de viteză finită (4*a*):

$$P_{\text{m.i.g.}} = P_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^k \cdot \frac{\left(1 + \frac{aw}{c_0}\right)^2}{\left(1 + \frac{aw}{C}\right)^2} =$$

$$= P_0 \left(\frac{x_0}{x}\right)^k \cdot \frac{\left(1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT_0}}\right)^2}{\left(1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT}}\right)^2} \quad (8)$$

care, folosind și ecuația (4*b*) se poate pune sub forma:

$$P_{\text{m.i.g.}} = P_0 \left(\frac{x_0}{x}\right)^k \left[1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT_0}} - \right.$$

$$\left. - \frac{aw}{\sqrt{3RT_0}} \left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{k-1}{2}}\right]^2 \quad (9)$$

Cu (9) în (7) se obține:

$$F_p = S_p p_0 \left(\frac{x_0}{x}\right)^k \left[1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT_0}} - \right.$$

$$\left. - \frac{aw}{\sqrt{3RT_0}} \left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{k-1}{2}}\right]^2 \left(1 + \frac{aw}{\sqrt{3RT}}\right) \quad (10)$$

Înlocuind (7) și (10) în ecuația (5) se obține o ecuație diferențială de forma:

$$C_1^* \cdot \frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}\tau^2} + P(x) \cdot \left(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau}\right)^3 + Q(x) \cdot \left(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau}\right)^2 +$$

$$+ R(x) \cdot \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\tau} + C_2^* = 0. \quad (11)$$

Rezolvarea ecuației (11) într-un mod asemănător celui utilizat în ipoteza micilor oscilații [1] este dificilă. Integrarea devine mai simplă cînd procesul termodinamic este considerat un lanț cauzal constituit din pași infinitezimali. Fiecare pas este determinat cauzal de o interacțiune de neechilibru elementară (ΔT, Δp). S-a elaborat o schemă de calcul care urmărește evoluția sistemului între două stări consecutive foarte apropiate.

II. Ipoteza marilor oscilații neamortizate (a = 0). Pendul reversibil

Pentru calculul marilor oscilații neamortizate, deci fără pierderi prin ireversibilitate, coeficientul de amortizare este nul. În această situație presiunea pe piston este egală cu presiunea din gaz.

Se definește procesul reversibil mecanic adiabat, diferit de procesul reversibil termodinamic (clasic), ca fiind acel proces în care ener-

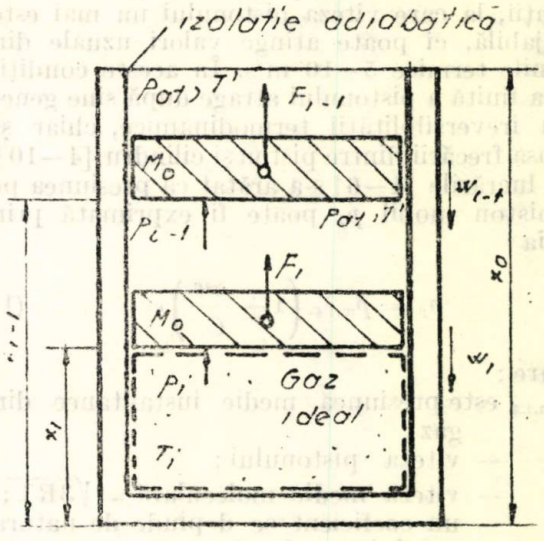


Fig. 2. Schema de integrare a relației(11) pentru pasul $(i-1, i)$

gia mecanică (potențială și cinetică) nu se disipează în gaz prin ireversibilitate mecanică ($a = 0$) și deci pistonul oscilează independent, revenind după o aceeași perioadă la poziția inițială.

Cu notațiile din figura 2 se calculează poziția x_i a pistonului, după trecerea timpului elementar $\Delta\tau$:

$$x_i = x_{i-1} - w_{i-1} \cdot \Delta\tau - \frac{1}{2M_0} \cdot F_{i-1} \cdot (\Delta\tau)^2, \quad (12a)$$

presupunînd inițial că F_{i-1} este constant.

Din ecuația evoluției izentropice a gazului din cilindru se obține pentru presiunea acestuia expresia:

$$p_i = p_0 \left(\frac{x_0}{x_1}\right)^k. \quad (12b)$$

Forța care acționează asupra pistonului la sfîrșitul intervalului considerat se calculează cu relația :

$$F_i = G + G_p + p_{at} \cdot S_p - p_i \cdot S_p \qquad (12c)$$

Valoarea medie a forței care acționează pe piston este :

$$F_{med} = \frac{1}{2}(F_{i-1} + F_i) \qquad (12d)$$

cu care se determină viteza finală a pistonului :

$$w_i = w_{i-1} + \frac{1}{M_0} \cdot F_{med} \cdot \Delta\tau \qquad (12e)$$

Atribuind lui F_{i-1} valoarea F_{med} se recalculează, într-o aproximație mai bună, mărimile date de ecuațiile (12a)—(12e).

III. Ipoteza marilor oscilații amortizate ($a \neq 0$). Pendul ireversibil

Condițiile de realizare a procesului sînt similare celor din cazul anterior. Într-o primă aproximație se neglijează apariția ireversibilității datorită interacțiunii cu viteză finită între piston și gazul din mediul exterior. Presiunea pe piston se consideră diferită de presiunea medie instantanee din gaz.

Se calculează poziția x_i admițînd că forța F_{i-1} este constantă :

$$x_i = x_{i-1} - w_{i-1} \cdot \Delta\tau - \frac{1}{2M_0} \cdot F_{i-1} \cdot (\Delta\tau)^2 \qquad (13a)$$

Presiunea medie instantanee în gaz va fi dată de :

$$p_i = p_{i-1}\left(\frac{x_{i-1}}{x_i}\right)^k \qquad (13b)$$

Viteza pistonului în poziția x_i va avea expresia :

$$w_i = w_{i-1} + \frac{1}{M_0} \cdot F_{i-1} \cdot \Delta\tau \qquad (13c)$$

iar viteza medie pe interval :

$$w_{med} = \frac{1}{2}(w_{i-1} + w_i). \qquad (13d)$$

Forța care acționează asupra pistonului în prima aproximație va fi :

$$F_i = G + G_p + p_{at} \cdot S_p - S_p \cdot p_i \left[1 + \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_{i-1}}} - \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_{i-1}}}\left(\frac{x_i}{x_{i-1}}\right)^{\frac{k-1}{2}}\right]^2 \left(1 + \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_i}}\right) \qquad (13e)$$

unde temperatura medie instantanee în gaz se calculează :

$$T_i = \frac{p_i S_p x_i}{mR}. \qquad (13f)$$

Dacă se ia în considerare ireversibilitatea cauzată de interacțiunea cu viteză finită între piston și gazul atmosferic :

$$F_i = G + G_p + S_p \cdot p_{at} \cdot \left(1 - \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT'}}\right) - S_p p_i \left[1 + \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_{i-1}}} - \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_{i-1}}}\left(\frac{x_i}{x_{i-1}}\right)^{\frac{k-1}{2}}\right]^2 \cdot \left(1 + \frac{aw_{med}}{\sqrt{3RT_i}}\right). \qquad (13g)$$

Se determină valoarea medie a forței pe intervalul $\Delta\tau$ considerat, se atribuie lui F_{i-1} valoarea calculată și se reiau calculele, cu o precizie mai bună, stabilind mărimile date de ecuațiile (13a)—(13g).

IV. Rezultate numerice

Calculele s-au efectuat pentru un sistem de tip pendul termodinamic adiabatic cu $S_p = 0{,}01$ m^2, $G_p = 10$N, $x_0 = 1$ m, $p_{at} = 1$ bar, $T' = 293$ K. S-a considerat că gazul ideal în cilindru este biatomic. Intervalul de timp pentru care s-a realizat calculul a fost 0,0001 s. S-au trasat curbele $x(\tau)$ în cazul adiabatelor reversibile, ireversibile cu neglijarea ireversibilității generate de interacțiunea cu viteză finită între piston și gazul atmosferic și al adiabatelor ireversibile la care se ține cont de efectul interacțiunii pistonului cu gazul atmosferic.

Discutarea rezultatelor

În figura 3 sînt reprezentate curbele de variație a poziției pistonului în timp, pentru diferite valori ale greutății G a masei adăugate pe piston.

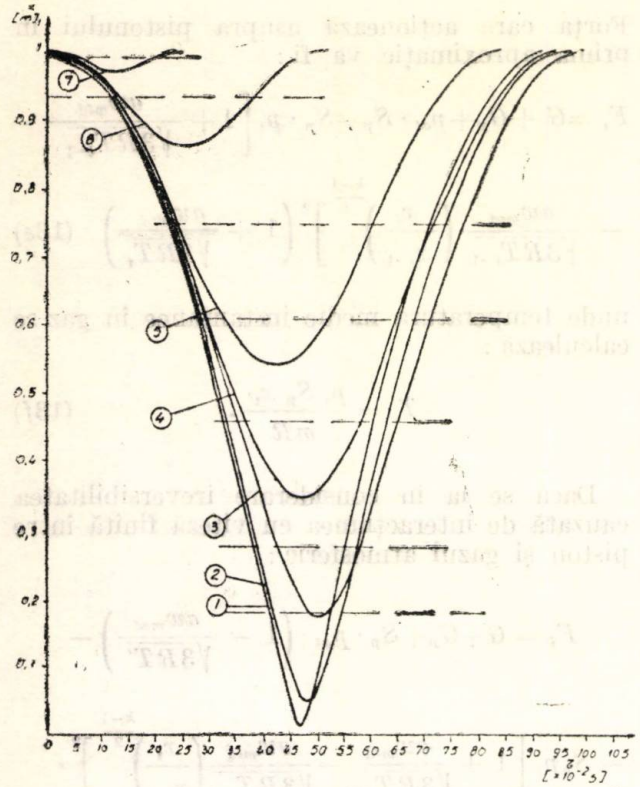


Fig. 3. Amplitudinea marilor oscilații ale pendulului adiabat reversibil (1 — pentru $G = 10\,000$ N; 2 — pentru $G = 5\,000$ N; 3 — pentru $G = 2\,000$ N; 4 — pentru $G = 1\,000$ N; 5 — pentru $G = 500$ N; 6 — pentru $G = 100$ N; 7 — pentru $G = 10$ N).

Se constată că poziția de echilibru coboară direct proporțional cu masa pusă pe piston. Pentru greutăți de pînă la 1000 N traiectoria pistonului este simetrică cu poziția de echilibru. Pentru greutăți mai mari se observă apariția unei asimetrii care este din ce în ce mai pronunțată.

În figura 4 s-a reprezentat curba $x(\tau)$ în cazul primei aproximații de calcul al adiabatei ireversibile (fără a lua în considerare efectul interacțiunii cu viteză finită între piston și gazul atmosferic).

Se constată că mișcarea este amortizată în timp și că poziția de echilibru variază în timp. Poziția de echilibru finală, după amortizare este mai sus decît poziția de echilibru inițială obținută la prima comprimare — destindere. Această creștere se explică prin faptul că o parte din energia cinetică și potențială a pistonului se disipează în masa gazului, ceea ce duce la creșterea energiei interne în timp. Deci temperatura în poziția de echilibru inițială este mai mică decît temperatura în poziția de echilibru finală. Ca urmare se produce o creștere de volum de echilibrare între stările inițială și finală.

În cazul cînd se ia în considerare efectul ireversibilității datorat interacțiunii cu viteză finită între piston și mediul ambiant, avînd în vedere fenomenul descris mai sus, o parte din energia cinetică și potențială este cedată mediului. În figura 5 este reprezentată curba $x(\tau)$ în acest caz. Se observă o amortizare în timp a

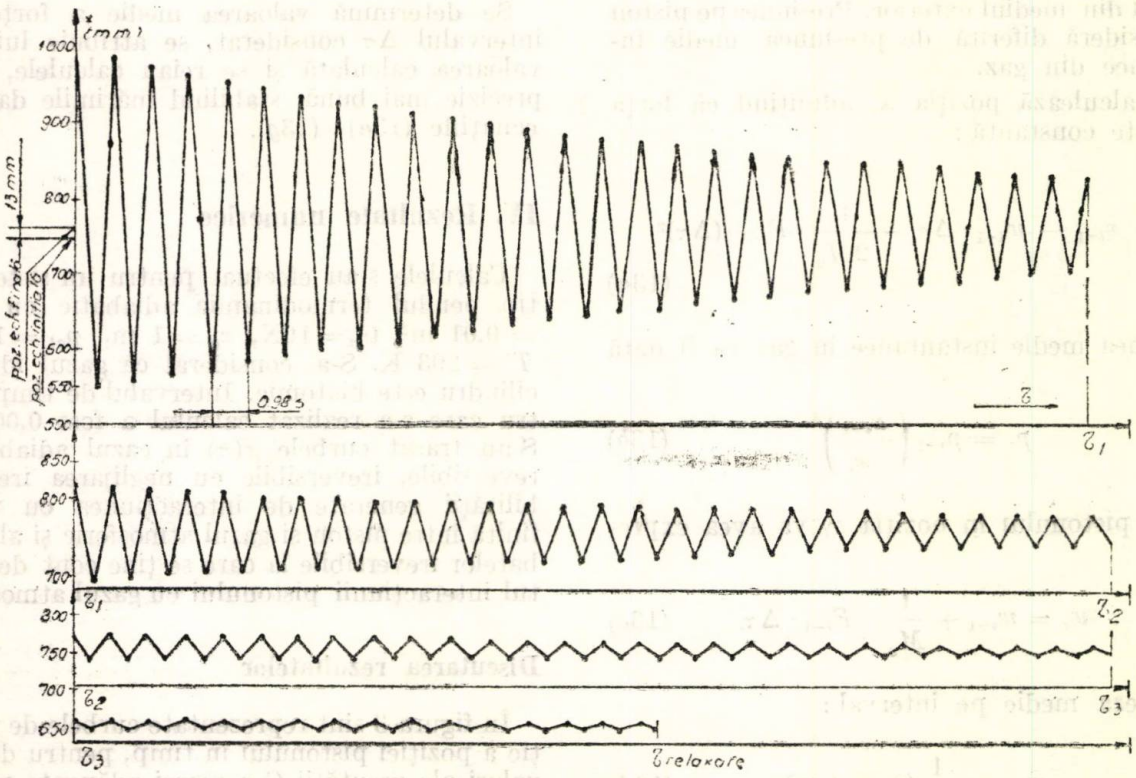


Fig. 4. Adiabata ireversibilă fără efectul interacțiunii cu viteză finită între piston și mediul ambiant ($G = 500$ N).

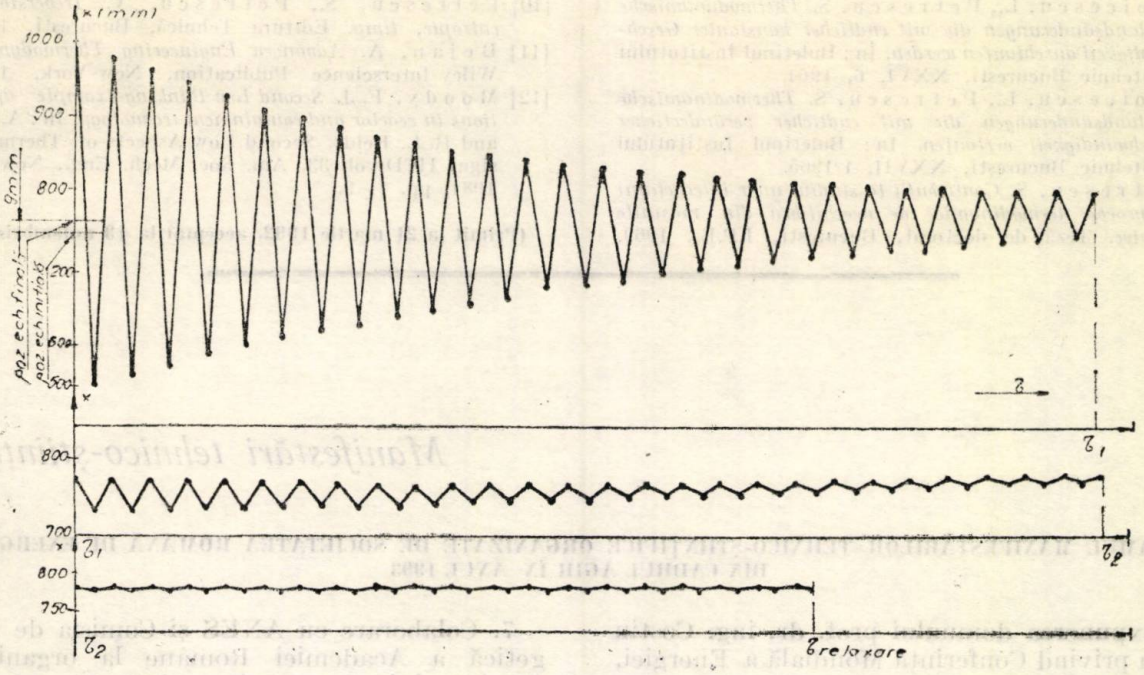


Fig. 5. Adiabata ireversibilă ținînd cont și de efectele interacțiunii cu viteză finită între piston și mediul ambiant (G 500 N)

mișcării mai pronunțată. Poziția de echilibru finală este mai jos decît poziția de echilibru finală în cazul neglijării efectului ireversibil al interacțiunii cu mediul atmosferic.

Concluzii

Diferența de presiune între presiunea pe piston și presiunea în gaz generează apariția ireversibilității, chiar în absența frecării între piston și cilindru. La compresiune, pistonul coboară, distanțele moleculare nu se micșorează instantaneu cu aceeași valoare, ceea ce duce la apariția unei „aglomerări" de molecule în stratul cel mai apropiat de piston. În acest fel, densitatea moleculelor din apropierea pistonului este mai mare decît cea din restul gazului. La destindere se produce o creștere a distanțelor intermoleculare, creștere care nu se produce instantaneu cu aceeași valoare în întreaga masă de gaz. Densitatea moleculelor în stratul imediat vecin pistonului va fi mai mică decît în restul gazului. De aceea, la comprimare energia cedată prin ciocnirea de către piston a moleculelor este mai mare decît cea primită la destindere.

O altă cauză a amortizării mișcării este diferența de impuls cedat de piston moleculelor la comprimare și destindere, la aceeași viteză a moleculelor și pistonului.

Cu ajutorul metodei expuse se poate determina timpul de relaxare în cazul unui pendul adiabat.

Metoda prezentată pune în evidență ireversibilitatea generată de diferențele de presiune între diferitele părți ale unui sistem termodinamic. În modelul prezentat în lucrările [11, 12] se obține efectul de amortizare a mișcării în timp, acceptîndu-se existența frecării între piston și cilindru.

Modelul propus reușește să explice într-o bună măsură mecanismul prin care un dezechilibru mecanic (Δp) conduce la apariția pierderilor prin ireversibilitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Petrescu, S., Stănescu, G., Iordache, R. *Studiul pendulelor termodinamice reversibile în ipoteza micilor oscilații.* În: Energetica, 41, nr. 2, seria A, 1993, p. 66—70

[2] Heames, T. J., Daley, J. G., Uherka, D. J. and Zabel, J. *A user oriented design system for Stirling cycle codes*, 1982, IEEE-17 the I.E.C.E.C. Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, U.S.A.

[3] Mc. Lennau, G., Daley, J. G. and Heames, T. J. *Stirling analysis code validation using free-piston engine base line data*, 18 th. I.E.C.E.C., Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, 60439, U.S.A.

[4] Stoicescu, L., Petrescu, S. *Der erste Grundsatz der Thermodynamik für technische Prozesse, welche mit endlicher Geschwindigkeit und ohne Strömung verlaufen.* În: Buletinul Institutului Politehnic, București, XXVI, 5/1964.

[5] Petrescu, S. *Determinarea lucrului mecanic în procesele termodinamice de viteză finită folosind metoda termodinamicii fenomenologice.* În: Studii și Cercetări Energetice și Electrotehnice, Tom. 19, nr. 2, pag. 249—254. Academia RSR, 1969.

[6] Petrescu, S. *Considerații cinelice privind presiunea pe un piston mobil*, Studii și Cercetări de Energetică și Electrotehnică, Academia RSR, Tom. 1, nr. 1, 1971

[7] Stoicescu, L., Petrescu, S. *Thermodynamische Zustandsänderungen die mit endlicher konstanter Geschwindigkeit durchlaufen werden.* În : Buletinul Institutului Politehnic București, XXVI, 6, 1964.
[8] Stoicescu, L., Petrescu, S. *Thermodinamische Zustandsänderungen die mit endlicher veränderlicher Geschwindigkeit verlaufen.* In : Buletinul Institutului Politehnic București, XXVII, 1/1965.
[9] Petrescu, S. *Contribuții la studiul unor interacțiuni și procese termodinamice de neechilibru din mașinile termice.* Teză de doctorat, București, I.P.B., 1969.
[10] Petrescu, S., Petrescu, V. *Ireversibilitate, entropie, timp.* Editura Tehnică, București, 1962.
[11] Bejan, A. *Advanced Engineering Thermodynamics.* Wiley-Interscience Publication, New-York, 1989.
[12] Moody, F. J. *Second law thinking-example applications in reactor and containment technology.* In : A. Bejan and R. L. Reids, Second Low Aspects of Thermal Design, HTD-vol. 33, Am. Soc. Mech. Eng., New-York, 1984, pp. 1—9.

(Primit la 21 martie 1992, acceptat la 19 noiembrie 1992)

Manifestări tehnico-științifice

PROGRAMUL MANIFESTĂRILOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE ORGANIZATE DE SOCIETATEA ROMÂNĂ DE ENERGETICĂ DIN CADRUL AGIR ÎN ANUL 1993

1. Expunerea domnului prof. dr. ing. Costin Moțoiu privind Conferința Mondială a Energiei, Madrid 1992 — 26 martie 1993

2. Simpozion cu subiectul „Energia și confortul (energia, arhitectura și mediul)", în colaborare cu Comisia de Energetică a Academiei Române — 7 aprilie 1993

3. Conferința domnului prof. ing. Inculeț din Canada, membru de onoare al Academiei Române, cu tema „Electricitatea statică" — 29 aprilie 1993

4. Vizită de lucru în Republica Moldova pentru stabilirea unor relații de colaborare permanentă. Se va desfășura în colaborare cu Comisia de Energetică a Academiei Române — 17—18 mai 1993

5. Curs de perfecționare a inginerilor tineri cu tema „Conservarea energiei" — 10—12 iunie 1993

6. Simpozion cu tema „Perspectivele energiilor neconvenționale în România". Se va desfășura în colaborare cu Comisia de Energetică a Academiei Române, la Timișoara — 25 iunie 1993

7. Colaborare cu ANES și Comisia de Energetică a Academiei Române la organizarea Seminarului de energie solară ce va avea loc la Eforie la sfîrșitul lunii august — 28—30 august 1993

8. Simpozion privind „Evoluția energeticii în România : trecut, prezent și viitor". Se va desfășura pe parcursul a două zile, în colaborare cu Comisia de Energetică a Academiei Române — 24 septembrie 1993

9. Simpozion cu tinerii ingineri energeticieni cu tema : „Reducerea consumului de energie electrică" — 15 octombrie 1993

10. Masă rotundă avînd ca temă „Noutăți în electricitatea statică". Se va desfășura în colaborare cu Comisia de Energetică a Academiei Române — 19 noiembrie 1993

Prof. dr. ing. GLEB DRĂGAN
M. C. al Academiei Române
Președintele Societății Române de Energetică

Lucrarea reprezintă o analiză statistică a particularităților energetice ale păcurii vîscoase cu conținut ridicat de sulf 300/50 S, în comparație cu limitele impuse de STAS 51—83.

Ce constată că unele din aceste limite pot fi precizate mai bine, eliminîndu-se o inadvertență existentă în prezent și creînd condiții pentru cunoașterea mai exactă a proprietăților păcurii, cu evidente efecte economice favorabile.

This paper presents a statistics analysis of the Romanian heavy viscous fuel features with high concentration of sulphur 300/50 S, in comparison with the limits imposed by Romanian state standard STAS 51—83 .

It has been ascertained that some of this limits may be defined more accurately, removing an present inadvertence and creating conditions for more exectly knowledge of the heavy fuel's qualities, with evident advantageous economic effects.

Păcura 300/50 S și Standardul de Stat 51-83

Prof. dr. ing. ION C. IONIȚĂ*,
dr. ing. STAMA SOTRI**

Descriptori : combustibil lichid, păcură, standarde

1. Indicativul sortului de păcură

Caracteristicile păcurii, combustibilul lichid greu folosit în focarele utilajelor și instalațiilor industriale, sînt prezentate în STAS 51—83 în cadrul a 7 categorii, diferențiate după vîscozitate, temperaturi de congelare și conținut de sulf.

Dintre aceste categorii, sortul cel mai vîscos și cu cel mai mare conținut de sulf este păcura 300/50 S, despre care prezentăm în continuare cîteva constatări.

Conform standardului sus-menționat numărătorul indicativului sortului de păcură reprezintă vîscozitatea [°E] păcurii la temperatura 50°C, iar numitorul indicativului reprezintă temperatura sa de congelare [°C]; deci sortul 300/50 S are vîscozitatea 300°E la 50°C și temperatura de congelare +50°C.

Dacă ținem seama că vîscozitatea este proprietatea unui fluid de a se opune mișcării relative a particulelor constituente, înțelegem că în cazul lichidelor, deci și în al păcurii, vîscozitatea se manifestă doar atita timp cit lichidul curge. Imediat ce lichidul a încetat să curgă, ca forță de rezistență vîscozitatea are valoare infinită.

Conform STAS 39—80 temperatura de congelare este temperatura la care combustibilul lichid devine atît de vîscos, încît meniscul eprubetei înclinate la 45° nu se deplasează nici măcar un minut.

În mod evident, la congelare lichidul nu mai curge, deci nu se mai poate vorbi de o valoare finită pentru forța de vîscozitate.

Au fost amintite aceste noțiuni cunoscute, pentru a atrage atenția că indicativul 300/50 S conține la numărător afirmația că la 50°C păcura de acest sort curge cu vîscozitatea 300°E, iar la numitor afirmația că la aceeași temperatură păcura nu mai curge, pentru că este congelată.

Considerăm că aceasta este o inadvertență strecurată în STAS 51—83.

2. Particularitățile energetice ale păcurii

Pentru a studia particularitățile energetice ale păcurii vîscoase cu conținut ridicat de sulf 300/50 S, autorii au avut la dispoziție rezultatele obținute prin analizarea a 34 loturi de păcură din acest sort, primite de o întreprindere de la diferite rafinării din țară, în cursul unui an [9].

În tabelul 1 sînt prezentate următoarele caracteristici determinate experimental :

— în coloana 2, vîscozitatea relativă Engler la 80°C, notată $^{\circ}E_{80}$;

— în coloana 5, temperatura de congelare, notată t_c[°C];

— în coloana 8, conținutul de sulf din combustibil, notat S[%];

— în coloana 10, căldura inferioară de ardere, notată Q_i[kJ/kg].

* Universitatea "Dunărea de Jos" Galați
** Filiala Electrocentrale Doicești

Tabelul 1

Numărul loturilor	$°E_{80}$	$°E_{50}$	$\Delta°E_{50}$	t_c [°C]	Δt_c [°C]	t_{p2} (3°E) [°C]	S [%]	ΔS [%]	Q_i [kJ/kg]	$\frac{\Delta Q_i}{Q_{imin}} 100$
1	23,7	200	−100	32	18	132	2,0	−2,50	39775	0,62
2	23,2	198	−102	31	19	131	2,0	−2,50	39984	1,15
3	22,8	180	−120	30	20	131	2,0	−2,50	40235	1,79
4	23,6	199	−101	30	20	132	3,0	−1,50	40193	1,68
5	22,5	175	−125	28	22	131	2,0	−2,50	40235	1,79
6	26,8	230	− 70	22	28	136	0,8	−3,70	39565	0,09
7	19,7	160	−140	32	18	129	2,67	−1,83	40172	1,63
8	20,4	170	−130	32	18	128	2,67	−1,83	40214	1,74
9	12,9	60	−240	30	20	117	2,54	−1,96	39942	1,05
10	14,4	100	−200	31	19	121	2,64	−1,86	39984	1,15
11	15,7	110	−190	31	19	122	2,83	−1,67	40068	1,37
12	25,0	215	− 85	25	25	133	2,75	−1,75	40089	1,42
13	24,6	202	− 98	30	20	133	2,80	−1,70	39942	1,05
14	21,8	172	−128	30	20	131	2,83	−1,67	39858	0,83
15	20,4	170	−130	27	23	128	2,89	−1,61	40260	1,85
16	21,4	171	−129	26	24	131	2,86	−1,64	39670	0,36
17	19,2	158	−142	30	20	128	2,86	−1,64	40319	2,00
18	17,3	130	−170	29	21	123	3,0	−1,50	39909	0,96
19	16,9	120	−180	30	20	124	—	—	40549	2,58
20	16,0	111	−189	27	23	122	2,96	−1,54	41169	4,15
21	19,7	160	−140	31	19	129	2,84	−1,66	39825	0,75
22	18,5	140	−160	34	16	126	2,72	−1,78	40013	1,23
23	17,2	129	−171	30	20	123	2,60	−1,90	40168	1,62
24	18,9	145	−155	29	21	127	2,24	−2,26	39858	0,83
25	18,7	142	−158	28	22	126	2,50	−2,00	40277	1,89
26	19,1	157	−143	24	26	127	2,30	−2,20	41123	4,03
27	19,3	158	−142	18	32	128	1,45	−3,05	39695	0,42
28	20,9	172	−128	18	32	130	1,60	−2,90	39528	0
29	20,4	170	−130	32	18	129	1,92	−2,58	40139	1,55
30	22,8	180	−120	18	32	131	1,82	−2,68	40972	3,65
31	23,0	197	−203	19	31	132	1,76	−2,74	41093	3,96
32	19,2	157	−143	19	31	127	2,03	−2,47	40239	1,80
33	17,0	122	−178	26	24	124	2,20	−2,30	40126	1,51
34	7,7	41	−259	22	28	106	2,75	−1,75	41180	4,18

3. Vîscozitatea păcurii

Determinarea experimentală directă a vîscozității se realizează mult mai greu decît determinarea temperaturii combustibilului. Cunoscînd diagrama de variație a vîscozității în funcție de temperatură pentru un anumit combustibil, vîscozitatea acestuia se controlează foarte ușor și în mod corespunzător sînt definite:

— **Temperatura de congelare** — temperatura maximă a combustibililului pentru care vîscozitatea ajunge infinită, deci pentru care păcura nu mai curge.

— **Temperatura limită de pompare** — corespunzătoare vîscozității relative de 50°C.

— **Temperatura de pulverizare** — corespunzătoare unei anumite vîscozități relative, de exemplu 3°E.

Pentru a defini lotul de păcură, trebuie cunoscut un punct al diagramei vîscozitate-temperatură, deci trebuie determinată vîscozitatea la o anumită temperatură. Determinările se fac de obicei la 50°C sau la 80°C pentru păcurile mai vîscoase.

3.1. Vîscozitatea relativă Engler

Pentru loturile de păcură analizate vîscozitatea relativă a fost examinată în comparație cu limita maximă admisă de STAS 51—83, întocmindu-se coloanele 2,3 și 4 din tabelul 1.

În coloana 2 este înscrisă vîscozitatea relativă [$°E_{80}$] a păcurii din lot, determinată experimental la temperatura de 80°C, deci tocmai un punct al diagramei vîscozitate-temperatură.

În literatura de specialitate [1—5] este frecvent întîlnită diagrama din figura 1, în care variația în funcție de temperatură a vîscozității relative Engler pentru diferite sorturi de păcură este reprezentată prin linii drepte paralele între ele, dacă în cele două axe de coordonate valorile sînt înscrise logaritmic.

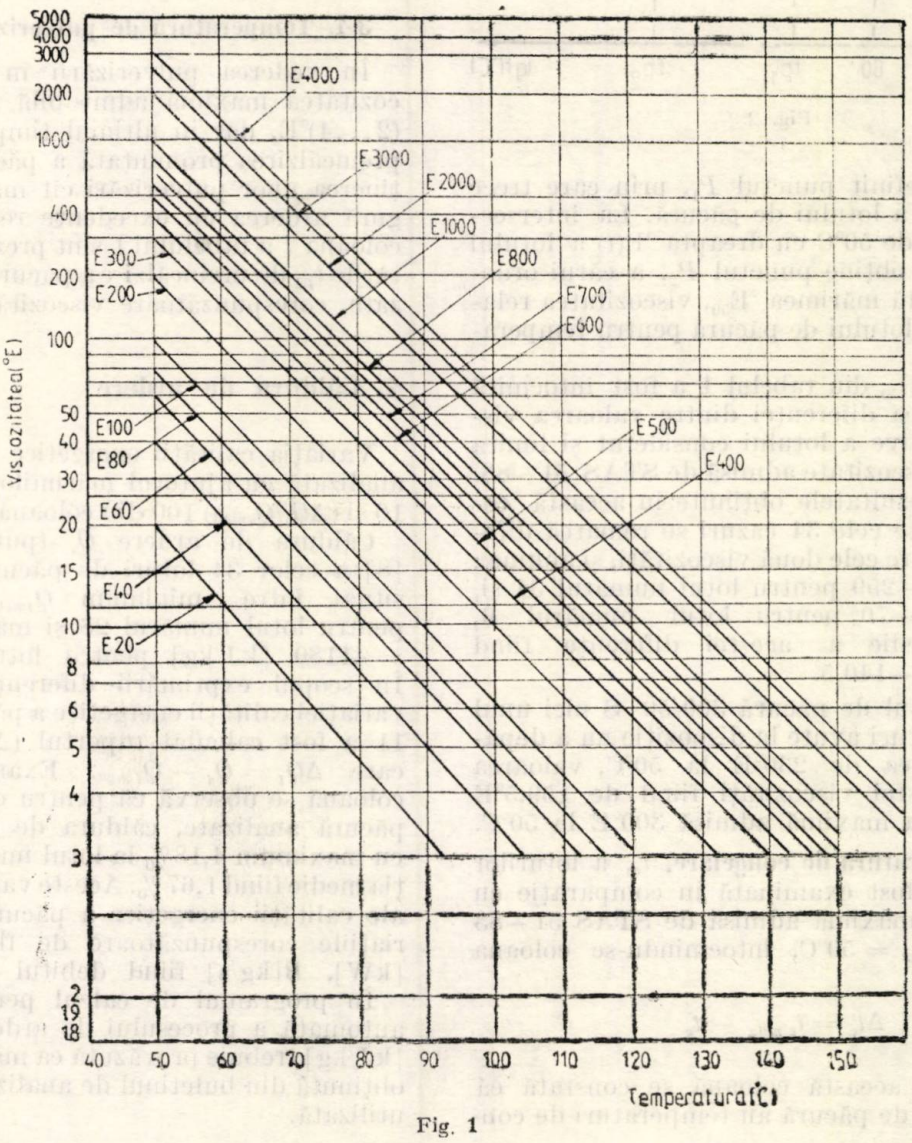


Fig. 1

În coloana 3 a tabelului sînt înscrise valorile vîscozităților relative Engler ale celor 34 loturi de păcură pentru temperatura de 50°C. În figura 2 este reprezentat modul de determinare a valorilor $°E_{50}$. Cu ajutorul vîscozității

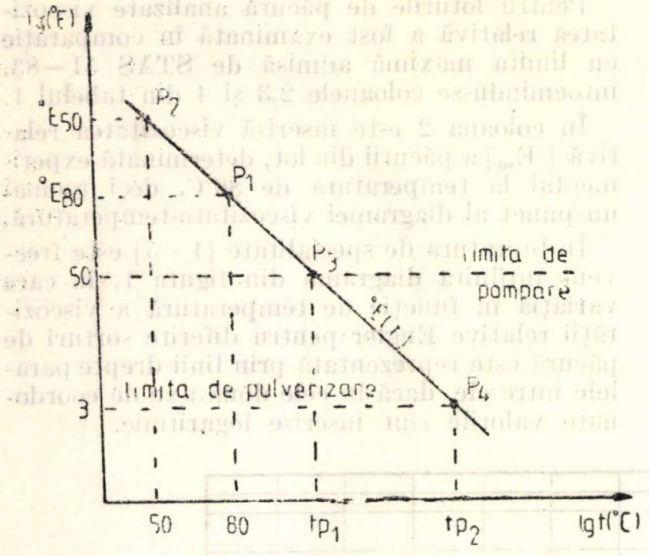


Fig. 2

$°E_{80}$ a fost definit punctul P_1, prin care trece dreapta °E(t) a lotului de păcură. La intersecția izotermei de 50°C cu dreapta °E(t) a lotului considerat se obține punctul P_2, a cărui ordonată reprezintă mărimea $°E_{50}$, vîscozitatea relativă Engler a lotului de păcură pentru temperatura de 50°C.

Coloana $\Delta°E_{50}$ din tabelul 1 a fost întocmită prin calcularea diferenței dintre valoarea vîscozității relative a lotului considerat și limita maximă de vîscozitate admisă de STAS 51—83. Examinînd rezultatele obținute în această coloană, în toate cele 34 cazuri se remarcă diferențe mari între cele două vîscozități, și anume : $(\Delta°E_{50})_{max} = -259$ pentru lotul numărul 34 și, $(\Delta°E_{50})_{min} = -70$ pentru lotul numărul 6, valoarea medie a acestei diferențe fiind $(\Delta°E_{50})_{med} = -140,5$.

Pentru sortul de păcură 300/50 S nici unul din cele 34 loturi avute la dispoziție nu a depășit vîscozitatea de 230°E la 50°C, valoarea medie a acestei vîscozități fiind de 159,5°E față de limita maximă admisă 300°E la 50°C.

3.2. Temperatura de congelare, t_c, a loturilor de păcură a fost examinată în comparație cu temperatura maximă admisă de STAS 51—83 și anume $t_{c\,max} = 50°C$, întocmindu-se coloana 6, în care :

$$\Delta t_c = t_{c\,max} - t_c$$

Examinînd această coloană se constată că toate loturile de păcură au temperaturi de congelare mult mai mici, și anume cu $\Delta t_{cmin} = 16°C$ la lotul numărul 22 și $\Delta t_{cmax} = 32°C$ la loturile numerele 27, 28 și 30. Valoarea medie aritmetică a acestei diferențe este $\Delta t_{cmed} = 22,6°C$, mult prea mare față de valoarea caracteristică a acestui sort de păcură.

Temperatura maximă de congelare, întîlnită la lotul numărul 22 este $t_c = 34°C$, iar valoarea medie a temperaturii de congelare este $t_{cmed} = 26,2°C$.

3.3. Temperatura limită de pompare

Este cunoscută necesitatea preîncălzirii păcurii în vederea fluidizării ei pentru transferare prin conducte. Considerînd că vîscozitatea limită de pompare a păcurii [3] este 50°E, cu ajutorul punctului P_3 de pe dreapta °E(t) din figura 2 se poate obține valoarea minimă a temperaturii t_{p1} de preîncălzire a sortului de păcură în vederea transferării prin conducte.

3.4. Temperatură de pulverizare

În vederea pulverizării în arzătoare, vîscozitatea maximă admisibilă este considerată (2...4)°E, dar în ultimul timp [6,7] se caută preîncălzirea pronunțată a păcurii, pentru obținerea unor pulverizări cît mai fine, care asigură arderea cu excedente reduse de aer. În coloana 7 a tabelului 1 sînt prezentate temperaturile t_{p2} de preîncălzire a păcurii loturilor analizate, corespunzătoare vîscozității relative 3°E.

4. Căldura de ardere

Variația calității energetice a păcurii a fost analizată cu ajutorul mărimilor Q_i din coloana 10 și $(\Delta Q_i/Q_{imed})$ 100 din coloana 11 a tabelului 1.

Căldura de ardere Q_i (puterea calorifică) [8] a celor 34 loturi de păcură analizate s-a situat între minimum $Q_{imin} = 39528$ kJ/kg pentru lotul numărul 28 și maximum $Q_{imax} = 41180$ [kJ/kg] pentru lotul numărul 34. În scopul exprimării diferenței relative sau variației calității energetice a păcurii, în coloana 11 a fost calculat raportul $(\Delta Q_i/Q_{imin})100$, în care $\Delta Q_i = Q_i - Q_{i\,min}$. Examinînd această coloană se observă că pentru cele 34 loturi de păcură analizate, căldura de ardere a variat cu maximum 4,18% la lotul numărul 34, variația medie fiind 1,67%. Aceste variații importante ale calității energetice a păcurii provoacă variațiile corespunzătoare de flux termic BQ_i [kW], B[kg/s] fiind debitul de păcură.

În programul de calcul pentru conducerea automată a procesului de ardere, mărimea Q_i [kJ/kg] trebuie prevăzută ca mărime de intrare, obținută din buletinul de analiză pentru păcura utilizată.

Trebuie să remarcăm aici că pentru evidențierea fluxului de căldură introdusă în cazan BQ_i[kW], trebuie să fie cunoscută și urmărită mărimea B[kg/s], debitul de păcură, ceea ce se poate realiza doar cu ajutorul debitmetrelor de păcură, puțin utilizate în prezent.

5. Conținutul de sulf S al fiecărui lot a fost examinat în comparație cu conținutul maxim S_{max}=4,5% admis de STAS 51—83, întocmindu-se coloana $\Delta S \cdot S_{max} - S$.

Examinînd coloana 9, se constată că toate loturile de păcură au conținut de sulf mai scăzut decît valoarea maximă impusă prin standardul sus-menționat.

Conținutul minim de sulf îl are lotul numărul 6, cu $\Delta S = -3{,}70\%$, iar conținutul maxim îl are lotul numărul 4, cu $\Delta S = -1{,}50\%$.

Valoarea medie a acestei diferențe este $\Delta S_{med} = -2{,}11\%$.

Să remarcăm că nici unul dintre loturile de păcură nu a depășit 3% sulf, conținutul mediu fiind $S_{med} = 2{,}39\%$.

6. Conținuturile de vanadiu și sodiu

Din literatura de specialitate [1, 2, 3, 6, 7, 10] este cunoscută influența negativă a vanadiului și sodiului asupra fiabilității cazanului, influență manifestată prin coroziunea de înaltă temperatură. Pentru atenuarea acestor efecte distructive, STAS 51—83 limitează conținuturile de vanadiu la (100...150) ppm și pe cele de sodiu la (150...200) ppm pentru păcurile sulfuroase.

Autorii nu au avut posibilitatea să examineze aceste aspecte pentru că în toate certificatele de calitate eliberate de rafinării nu sînt specificate conținuturile de vanadiu și sodiu, deci nu s-a putut verifica nici respectarea standardului sus-menționat.

Concluzii

Sintetizînd cele constatate în legătură cu particularitățile energetice ale sortului de păcură 300/50 S, considerăm că se pot formula următoarele concluzii:

- Indicativul sortului de păcură 300/50 S trebuie reformulat pentru a înlătura inadvertența arătată la pct. 1.
- Vîscozitatea relativă Engler a păcurii din toate cele 34 loturi analizate nu a depășit 230°E la 50°C, valoarea medie fiind 159,5°E. Propunem ca limita maximă de vîscozitate relativă la 50°C să fie schimbată de la 300°E la 240°E.
- Ținînd cont că pentru seria de 34 loturi temperatura maximă de congelare a fost $t_{c\,max} = 34$°C, cu valoarea medie $t_{c\,med} = 27{,}4$ °C, considerăm că pentru acest sort de păcură temperatura maximă de congelare poate fi impusă 40°C. În acest fel s-ar rezolva și propunerile făcute la punctele 1 și 2, iar indicativul acestui sort de păcură ar deveni 240/40 S.
- Căldura de ardere [8] (puterea calorifică) a păcurii analizate nu a coborît în nici un caz sub 39529 [kJ/kg], deci limita minimă a căldurii inferioare de ardere poate fi urcată la valoarea rotundă 39000 [kJ/kg], în loc de 38600 [kJ/kg] cît este în prezent.
- Întrucît conținutul mediu de sulf al seriei analizate a fost $S_{med} = 2{,}39\%$, iar valoarea maximă nu a depășit 3%, considerăm că pentru sortul de păcură care acum are indicativul 300/50 S, conținutul maxim de sulf poate fi redus măcar la $S_{max} = 3{,}5\%$.
- Conținuturile de vanadiu și sodiu din păcura sulfuroasă trebuie să fie specificate în certificatele de calitate ale loturilor livrate de rafinării, pentru a se putea verifica respectarea prevederilor STAS 51—83.

Cititorii care au avut bunăvoința de a examina constatările și propunerile noastre se vor întreba, pe drept cuvînt, care este eficiența, care ar fi efectul economic al aplicării acestor propuneri?

În primul rînd trebuie să arătăm că deplasînd limitele de admisibilitate pentru proprietățile energetice ale păcurii în sensul restrîngerii domeniului de variație se precizează mai bine aceste proprietăți, obținîndu-se reducerea erorilor de efectuare a calculelor tehnice.

În cadrul economiei de piață există interesul că păcura să fie cît mai bine diferențiată calitativ, pentru a putea stabili prețuri corespunzătoare fiecărui sort. Trebuie să admitem posibilitatea ca în practica de exploatare să fie întîlnite și alte calități de păcură, inferioare celor analizate statistic în prezenta lucrare. Aceste calități vor trebui încadrate în sortul 300/50 S.

Însă, pentru cea mai mare parte a păcurii utilizate în prezent în termocentralele românești ca sort 300/50 S, propunem ca în STAS 51—83 să fie introdus suplimentar sortul 240/40 S, cu caracteristici superioare.

De asemenea, se creează posibilitatea obținerii unor economii de investiții, care în acest caz se pot realiza pentru un domeniu mai restrîns de valori necesare.

De exemplu, pentru păcura de sortul actual 300/50 S, datorită limitei maxime de vîscozitate 300°E la 50°C impuse, trebuie realizată o instalație de preîncălzire a păcurii pînă la temperatura 165°C, deși cel mai pretențios dintre cele 34 loturi analizate și anume lotul numărul 6, are de fapt nevoie de temperatura de preîncălzire 136°C.

Argumentările pot fi continuate și în privința temperaturilor de congelare și pompare, precum și în privința căldurii de ardere (puterii calorifice) cu care în prezent se execută calculele de proiectare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ungureanu, C. *Generatoare de abur pentru instalații energetice clasice și nucleare.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977.

] 2] Pănoiu, N. *Cazane de abur.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.

[3] Lemneanu, N. *Instalații de ardere cu combustibili lichizi.* Editura Tehnică, București 1982.

[4] *Manualul inginerului termotehnician,* Editura Tehnică, București, 1986.

[5] Mihăescu, L. *Arzătoare turbionare.* Editura Tehnică, București 1986.

[6] Ahimedov, R. B., Tirulnicov, L. M. *Tehnologhia sjigania goriucih gazov i jidkih topliv.* Nedra, Leningrad, 1984.

[7] Speișer, V. A., Gorbanenco, A. D. *Povișenie efektivnosti ispolzovania gaza i mazuta v energheticeskih ustanovkah.* Energoizdat, Moskva, 1982.

[8] Ioniță, I. *O problemă semantică: putere calorifică sau căldură de ardere?* În: Energetica, 36, august, 1988 p. 374—375.

[9] Ioniță, C.I., Sotri, St. *Viscozitatea păcurii 300/50 S.* În: Energ, 6, p. 281 și Energ, 7, p. 301, Editura Tehnică, București 1989.

[10] Ioniță, C. I. *Generatoare de abur,* vol. 1, Universitatea din Galați, 1990.

(Primit la 8 iunie 1992, acceptat la 9 noiembrie 1992)

Din energetica mondială

COMUNITATEA EUROPEANĂ SELECTEAZĂ 145 DE PROIECTE DE CERCETARE — DEZVOLTARE

Comisia Comunității Europene a selectat 145 proiecte care vor primi un suport financiar de peste 100 ecu (130 milioane dolari) prin programul Thermie.

Deoarece Thermie a fost inițiat în 1990 au fost oferiți peste 250 milioane dolari pentru mai mult de 400 programe.

Fondul se alocă între:

— 61 proiecte în sectorul energiei reînnoibile — 35,2 milioane ecu;

— 51 proiecte în utilizarea rațională a energiei — 31,8 milioane ecu;

— două proiecte în sectorul combustibilului solid — 9,4 milioane ecu;

— 31 proiecte în sectorul hidrocarburilor — 27,7 milioane ecu.

(Din: Modern Power Systems oct. 1992, p.3)

Ing. ANTON ROȘU
ICEMENERG

CAZAN CU ARDERE ÎN STRAT FLUIDIZAT SUB PRESIUNE PENTRU OSTRAVA

Întreprinderea cehă Moravskosle Teplarny (MST) a semnat un contract cu ABB Carbon pentru echiparea unei centrale electrice de termoficare bazate pe ardere în strat fluidizat sub presiune.

Această centrală care va fi amplasată lîngă Ostrava, un oraș de 350 000 locuitori situat la circa 350 km est de Praga, va servi regiunea cu electricitate și căldură de proces. Costul va fi de 140 milioane dolari din care partea ABB este de aproximativ 90 milioane dolari, iar restul revine firmei Prvni Pornenska Strojima Brno, partener de consorțiu al ABB.

Centrala înlocuiește o instalație veche de 45 ani și va livra o putere electrică de 60 MW, căldură urbană 100 MW și 10 MW abur de proces. Focarul de ardere a cărbunelui în strat fluidizat sub presiune urmează să permită o reducere spectaculoasă a emisiilor de bioxid de sulf și oxid de azot. Punerea în funcțiune a acestei instalații la Ostrava va oferi posibilitatea utilizării cenușii de cărbune în construcții.

Funcționarea comercială este programată pentru 1996.

(Din: Modern Power Systems oct. 1992, p. 3)

Ing. ANTON ROȘU
ICEMENERG

Articolul tratează o lucrare de montaj cu caracter de noutate, constînd în înlocuirea unui tambur de cazan de abur. Tamburul, cu masa de 76 t, s-a deplasat în exteriorul sălii cazanelor, la cota + 31m, de unde s-a coborît pe cota de ±0,0.

The article treats of a new erection work that consists of the steam boiler drum replacement. The 76 t drum was displaced out of the boiler house, at the +31 m level, from where was brought down at the ±0,0 level.

Înlocuirea tamburului la CET Borzești-cazan 4

Ing. VASILE STROIA*

Descriptori : cazane de abur, reabilitare. tambure

Cazanul 4, funcționînd pe gaze, de la CET Borzești I are parametrii : 420 t/h, 140 bar, 570 °C și livrează abur pentru o turbină de 50 MW.

Cazanul este montat în anul 1960 într-o clădire închisă, cu fermele de acoperiș sprijinite pe structura plafonului cazanului. CET Borzești a decis înlocuirea tamburului ca urmare a stării tehnice necorespunzătoare. I C S I T E E-București a proiectat tamburul nou și totodată a făcut o serie de îmbunătățiri cu ocazia reparării. Tamburul nou a fost executat de Uzina Vulcan București, iar reparația cazanului s-a făcut de SAEM prin șantierul Borzești.

Cazanul de tip T G M — 420 t/h are o înălțime la plafon de 32 m, tamburul fiind așezat pe două suporturi amplasate pe plafonul cazanului. Tamburul are axa paralelă cu peretele frontal. Masa totală a tamburului și a elementelor interioare alcătuind cicloanele de separație abur-apă, este de 76 t, diametrul de 1,800 mm, iar lungimea de circa 18 m (fig. 1).

Soluția adoptată

S-au analizat două soluții posibile de înlocuire, optîndu-se pentru cea care prezintă avantaje maxime în contextul problemelor existente la data respectivă, alte condiții în interiorul și exteriorul sălii cazanelor, durata de întrerupere a funcționării condiționată de reparații și modernizarea cazanului și cea mai importantă, necesitatea de a găsi o soluție care să permită înlocuirea tamburului în siguranță, cu cheltuieli minime. Se precizează că acest tip de cazan nu a fost conceput pentru înlocuirea tamburului, implicînd, deci, găsirea unei soluții unicat, soluție care nu se poate aplica ,de exemplu, la cazanul II din aceeași clădire.

Prima soluție constă în reluarea operațiilor în ordinea inversă montării, adică translarea a circa 2,5 m în frontul cazanului și coborîrea la cota ±0,0, de unde se deplasa în exterior pe ușa din peretele frontal al sălii cazanelor.

Soluția avea următoarele inconveniente :

a) În frontul cazanului, după ridicarea tamburului, s-a turnat un planșeu din beton, la cota +8,00 — cota de deservire — care trebuie demolat și refăcut după înlocuirea tamburului.

b) Toate cablurile instalațiilor electrice și de automatizare ar fi trebuit secționate pentru a se elibera zona de coborîre de circa 2 × 19 m în frontul cazanului.

c) Era necesar să se demonteze acoperișul și fermele sprijinite pe plafonul cazanului pentru montarea instalației de ridicare (utilizată la montajul inițial care s-a sprijinit pe stîlpii cazanului și pe stîlpii din beton de la corpul intermediar).

Soluția adoptată constă în deplasarea tamburului circa 2,5 mm spre peretele din spate al cazanului și suspendarea pe două traverse cu roți, care se deplasează pe o construcție metalică exterioară sălii cazanului, printre grinzile de rezistență ale peretelui frontului fix al sălii cazanelor. După deplasarea în exterior, cu capătul tamburului la circa 300 mm se perete, cu două palane de 50 t fiecare, s-a coborît de la 28 m la cota ±0,00 (vezi fig. 1).

Întrucît această construcție exterioară s-a utilizat și pentru ridicarea tamburului nou, stîlpul central s-a secționat la cota +2,5 m, în

* Energomontaj S.A., București

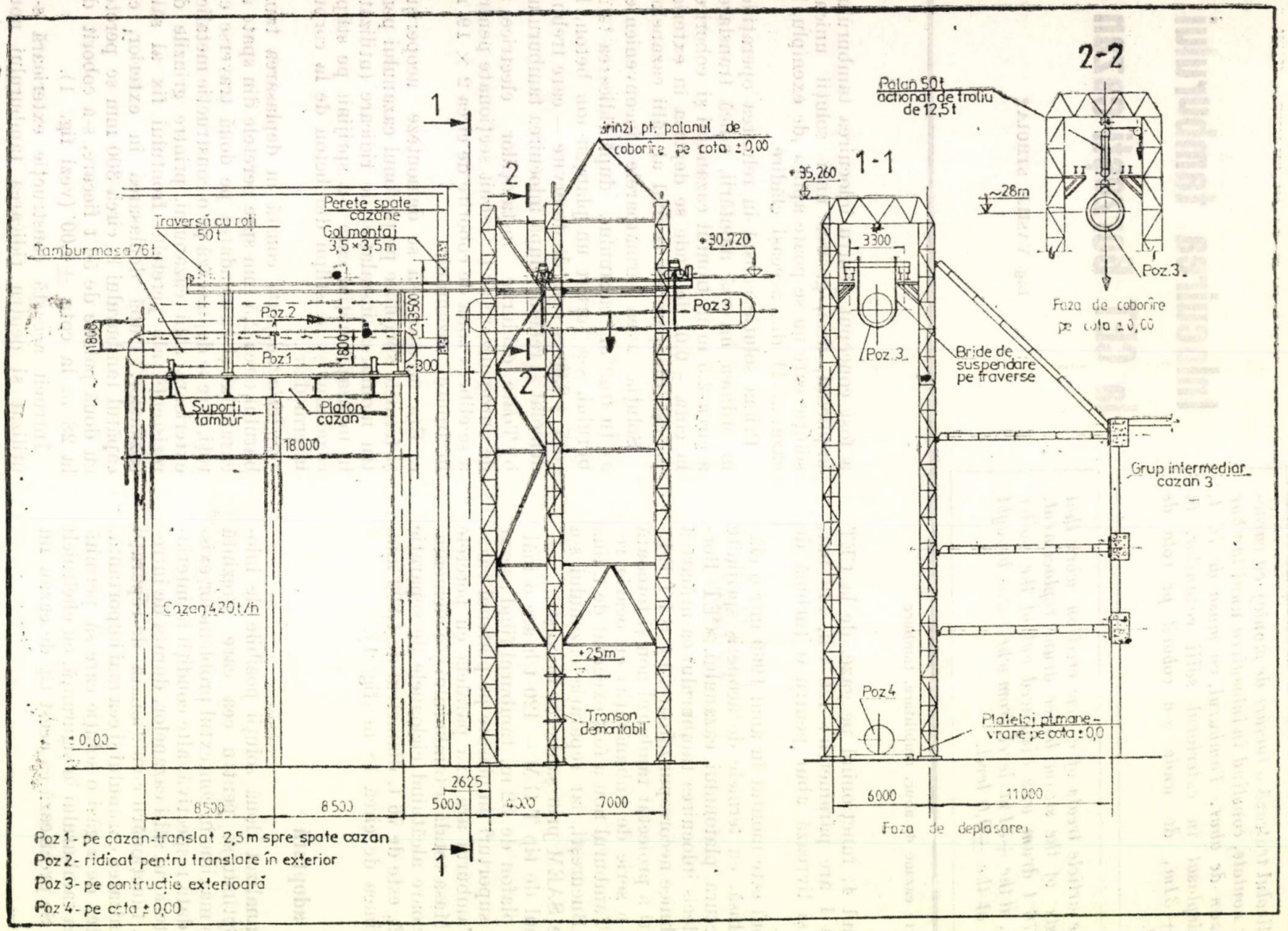

1
2
Grinzi pt. palanul de coborîre pe cota ±0,00
Perete spate cazane
Traversă cu roți 50t
Col montaj 3,5×3,5m
Tambur masa 76t
+30,720
Poz 2
Poz 3
Poz 1
Suporti tambur
Plafon cazan
18000
Cazan 420t/h
+25m
Tronson demontabil
±0,00
8500
8500
5000
4000
7000
2625
1
2-2
Palan 50t actionat de troliu de 12,5t
1-1
+35,260
~28m
3300
Poz.3
Faza de coborîre pe cota ±0,00
Poz.3
Bride de suspendare pe traverse
Grup intermediar cazan 3
Poz4
Platelaj ptmane-vrare pe cota ±0,0
6000
11000
Faza de deplasare
Poz 1 - pe cazan-translat 2,5m spre spate cazan
Poz 2 - ridicat pentru translare în exterior
Poz 3 - pe construcție exterioară
Poz 4 - pe cota ±0,00

Fig. 1

scopul înlăturării provizorii a părții inferioare pentru scoaterea tamburului demontat și introducerea celui nou în poziția de ridicare.

Alte lucrări suplimentare efectuate au fost: calea de rulare între plafonul cazanului 4 și construcția exterioară, ancorarea construcției cu baza de 6 m și înălțimea de 34 m de corpul intermediar în zona blocului 3 și demolarea parțială a unei stații de pompe aparținînd ,de asemenea, blocurilor 1—3, în scopul eliberării spațiului strict necesar coborîrii pe cota ±0,0.

Echipamentele existente în stația de pompe nu erau în funcțiune la data înlocuirii tamburului.

Cei șase stîlpi ai construcției exterioare s-au proiectat din țeavă, în varianta cu zăbrele, cu plăci pe fiecare talpă, fixate cu șuruburi pe fundațiile din beton. Stîlpii sînt legați între ei la cote corespunzătoare structurii corpului intermediar de care s-a ancorat întregul ansamblu și alcătuiesc doi pereți paraleli cu direcția de deplasare a tamburului.

Peretele frontal al sălii cazanelor nu a avut nici o încărcare, toate sarcinile convoiului s-au descărcat în interior pe cazan, iar în exterior pe construcția metalică. Porțiunea de cale de rulare interioară s-a sprijinit pe două perechi de stîlpi de pe plafonul cazanului, respectiv pe consolele stîlpilor exteriori alăturați sălii cazanelor.

Construcția metalică exterioară s-a încercat cu sarcina statică și dinamică în deschiderea maximă de 7 m.

Pe cota ±0,00 s-a amenajat o platformă metalică și un tronson de cale ferată pe care s-a făcut translarea tamburului de sub construcția metalică exterioară.

Lucrarea s-a realizat în iulie 1991 în termenele:

Proiectare	circa 3 luni
Execuție construcție metalică 250 t	trei luni, patru echipe
Montare construcție metalică	o lună
Pregătire tambur și ripare în axa căii de rulare	șapte zile, patru echipe
Coborîre tambur pe cota ±0,0	două zile
Ridicare tambur nou la poziție	două zile
Demontare construcție metalică	o lună, 4 echipe

(Primit la 19 mai 1992, acceptat la 19 noiembrie 1992)

Din energetica mondială

UTILIZAREA CĂRBUNELUI BRUN DIRECT ÎN CAMERA DE ARDERE A TURBINEI CU GAZE

Arderea cărbunelui brun pentru producerea energiei electrice va fi făcută mai eficient și cu un grad redus de poluare a mediului ambiant prin soluția elaborată de Comisia Statală de Electricitate din Victoria (SECV) — Australia.

Această autoritate a descoperit un mod de a trata cărbunele brun astfel încît acesta poate fi folosit în camera de ardere a unei turbine cu gaze fără a crea depuneri corosive de cenușă. Procesul cunoscut drept „deshidratare hidrotermică" a fost subiectul unui mare interes și recent a primit un premiu special din partea Diviziei Victoria a Instituției Inginerilor Australieni (IEA).

Bernard Anderson, șeful cercetării turbinei cu gaze arzînd cărbune la Laboratoarele de Cercetare Herman din SECV, susține că proiectul poate oferi beneficii economice semnificative cînd se va trece la nivel comercial.

Procesul hidrotermic implică amestecul cărbunelui cu apa pentru a se face un noroi și tratarea acestuia pentru îndepărtarea multor impurități care creează praf corosiv. Încercările se desfășoară în continuare.

(Din: Modern Power Systems octombrie 1992, p.5)

Ing. ANTON ROȘU
ICEMENERG

Ciclul triunghiular bifazic—o soluţie pentru recuperarea căldurii de joasă temperatură

Ing. VLADIMIR STOENESCU *

După o scurtă trecere în revistă a ciclurilor termice posibil de utilizat pentru recuperarea termodinamică (prin producere de energie electrică) a surselor de căldură de joasă temperatură (90—150°C), lucrarea prezintă o analiză comparativă între performanţele ciclului Rankine cu fluid organic şi cele ale ciclului triunghiular bifazic cu apă.

Este prezentată influenţa pe care o au tipul ciclului termic şi natura fluidului termodinamic asupra indicatorilor tehnici şi economici de funcţionare ai instalaţiilor recuperatoare, precum şi alte aspecte legate de protecţia mediului şi siguranţa în funcţionare. De asemenea, sînt prezentate problemele tehnice legate de realizarea unui motor termic specializat pentru utilizarea ciclului triunghiular bifazic.

After a short presentation of thermal cycles possibly use for thermodynamic recovery (by electric power generation) of the low temperature heat sources (90—150°C), the paper presents a comparative analysis of the organic fluid Rankine cycle performances and those of water two-phase triangle cycle.

It is also presented the influence of thermal cycle type and thermodynamic fluid nature upon the technical and economical operating indicators of the recovery facilities, as well as other aspects on the environmental protection and safety operation.

Technical issues related to carrying out a specialized thermal motor for using two-phase triangle cycle are presented also.

Descriptori: cicluri termice, ciclu triunghiular bifazic, recuperare căldură de joasă temperatură

Introducere

Recuperarea căldurii de joasă temperatură prin producere de energie electrică reprezintă o posibilitate de creştere a eficienţei utilizării surselor primare de energie. Această soluţie poate fi aplicată atît pentru valorificarea căldurii deşeu din industrie, cît şi a unor surse neconvenţionale de energie (geotermală, solară).

Avantajele utilizării acestei tehnologii sînt următoarele:

— se asigură recuperarea continuă a resursei, pe întreaga durată de existenţă, deoarece instalaţia nu este dependentă de un anumit consumator;

— produsul recuperării (energia electrică) reprezintă forma cea mai avantajoasă de energie din punctul de vedere al transportului, distribuţiei şi utilizării;

— se pot realiza instalaţii compacte şi fiabile, cu parametrii termodinamici optimi prin care se asigură obţinerea valorii maxime a puterii electrice nete livrate de instalaţia de recuperare.

Realizarea şi dezvoltarea acestei tehnologii de recuperare este condiţionată de particularităţile domeniului de aplicare, care se caracterizează printr-o foarte mare varietate a naturii şi parametrilor resurselor. Din această cauză este

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice, Bucureşti

necesar : (a) să se ordoneze sursele de căldură funcție de caracteristicile lor termice și termodinamice și (b) în cadrul fiecărei grupe de surse cu caracteristici similare să se analizeze soluțiile tehnologice care permit obținerea efectelor tehnico-economice maxime.

În acest context, lucrarea analizează în special domeniul surselor de căldură de joasă temperatură (sub 150°C), domeniu cu mare pondere în cadrul căldurii deșeu din industrie, dar caracteristic și unor surse neconvenționale de căldură (solară, geotermală).

1. Cicluri termice utilizabile pentru recuperarea căldurii de joasă temperatură

Recuperarea căldurii de joasă temperatură prezintă unele particularități specifice, care au o influență deosebită asupra concepției de realizare a instalației recuperatoare. Avînd în vedere caracterul finit al sursei de căldură și al sursei de răcire, parametrii ciclului vor varia în limite relativ înguste, impuse de parametrii resurselor. Se poate demonstra astfel că, pentru condiții date, randamentele teoretice de conversie ale ciclurilor posibil de utilizat nu diferă în mod semnificativ.

Pe de altă parte, eficiența unei astfel de instalații este legată direct de efectul util pe care îl produce, respectiv de puterea netă generată. În condițiile unor randamente teoretice comparabile, creșterea eficienței înseamnă recuperarea unei cantități cît mai mari de căldură de la sursă (răcirea cît mai pronunțată a sursei), adică realizarea unui coeficient — grad — de recuperare termică (raportul căldură recuperată/căldură teoretic recuperabilă) cît mai mare.

Analizele teoretice au pus în evidență posibilitatea utilizării, pentru acest domeniu de aplicații, a trei tipuri de cicluri termice :

a — ciclul Rankine cu fluid organic cu vapori saturați ;

b — ciclul triunghiular supracritic sau bifazic ;

c — ciclul Lorenz cu amestec neazeotrop de fluide.

a. Ciclul Rankine saturat cu fluid organic se caracterizează printr-o diagramă de schimb de căldură la sursa caldă relativ dezavantajoasă, datorită vaporizării izoterme. Aceasta conduce la realizarea unor coeficienți de recuperare termică relativ scăzuți, de ordinul 0,55—0,65. De asemenea, ciclul Rankine organic implică utilizarea unor fluide care prezintă fie riscuri ecologice (freoni), fie de manipulare (hidrocarburi), cu un preț ridicat și care nu sînt întotdeauna disponibile.

b. Ciclul triunghiular, indiferent de variantă, permite o mai bună urmărire a curbei de răcire a sursei. Din această cauză, coeficientul de recuperare termică crește la 0,85—0,9, cu mărirea corespunzătoare a efectului util al instalației.

Ciclurile triunghiulare supracritice au dezavantajul că lucrează la presiuni ridicate, astfel încît atît consumul de material, cît și ponderea ridicată a puterii de compresie le reduce competitivitatea economică. Pentru aplicarea unui astfel de ciclu ar trebui realizat un fluid cu parametrii critici avantajoși ($t_{cr} = 50—80$°C, $p_{cr} = 2—4$ bari), care concomitent să îndeplinească și cerințele ecologice, de preț de cost și maniabilitate, fluid care încă nu există.

Ciclul triunghiular bifazic are avantajul că poate utiliza orice fluid, respectiv apa. Dezavantajul acestui tip de ciclu constă în realizarea motorului termic, care lucrează în condiții speciale : rapoarte volumetrice de destindere foarte mari, funcționare în domeniul bifazic cu umiditate foarte mare.

c. Ciclurile Lorenz reprezintă teoretic soluția optimă de ciclu pentru aplicații la temperatură scăzută. Curbele de vaporizare-condensare la temperatură variabilă, caracteristice amestecurilor neazeotrope, permit obținerea unor coeficienți mari de recuperare termică (0,75—0,85), precum și a unor valori maxime ale randamentului ciclului termic teoretic. Dezavantajul acestor cicluri este că, pînă în prezent, nu au fost realizate amestecuri de fluide care să corespundă cerințelor impuse de funcționarea instalației.

Din această scurtă trecere în revistă rezultă că în domeniul conversiei termodinamice de joasă temperatură există, în prezent, două posibilități :

1 — utilizarea ciclului Rankine saturat cu fluid organic ;

2 — utilizarea ciclului triunghiular bifazic cu apă.

Utilizarea **ciclului Rankine organic** a fost realizată atît la nivel de instalație demonstrativă, cît și de produs comercial. Realizate în primă fază cu agenți din clasa freonilor, instalațiile cu ciclu Rankine organic au fost reconvertite, din cauza restricțiilor ecologice, la utilizarea hidrocarburilor. În continuare, însă, aceste instalații prezintă dezavantajul unui coeficient scăzut de recuperare termică și al utilizării unui fluid cu preț de cost relativ mare și care prezintă riscuri în funcționare și manipulare.

Utilizarea **ciclului triunghiular bifazic** reprezintă, în prezent, o variantă posibilă teoretic, avînd în vedere că nu există încă realizat un motor termic specializat pentru funcționarea în condițiile specifice impuse de acest tip de ciclu.

Avantajele utilizării acestui ciclu sînt însă majore: pe de o parte, realizarea unor coeficienți de recuperare termică mari (0,85—0,9), ceea ce conduce la o valorificare foarte bună a resursei, iar, pe de altă parte, posibilitatea utilizării ca agent de lucru a oricărui fluid, ceea ce permite, prin posibilitățile largi de opțiune, îndeplinirea unei game foarte largi de restricții impuse fluidului de lucru.

Din acest punct de vedere, în continuare este prezentată o analiză comparativă între ciclul Rankine cu freon 11 și ciclul triunghiular bifazic cu apă, deoarece, pe de o parte, pentru ciclul Rankine organic freonul 11 prezintă cele mai bune performanțe termodinamice, iar, pe de altă parte, pentru ciclul triunghiular bifazic este normal să se utilizeze fluidul cel mai uzual pentru acest tip de instalații.

2. Analiza teoretică comparativă a ciclului triunghiular bifazic cu ciclul Rankine organic

Analiza comparativă a celor două tipuri de cicluri a fost făcută pentru condiții similare de funcționare, și anume:

— sursa de căldură este apă fierbinte cu temperatura $t_s = 120°C$ și debitul $D_s = 20$ kg/s;

— sursa de răcire este apă cu temperatură intrare/ieșire 24/35°C, astfel încît pentru ambele cicluri se asigură o temperatură de condensare $t_c = 40°C$.

Cele două cicluri analizate au următoarele caracteristici:

— ciclul Rankine cu freon 11, cu parametrii optimi de funcționare pentru sursa dată, respectiv vaporizare la $t_v = 77°C$;

— ciclul triunghiular bifazic cu apă, cu temperatura superioară $t_1 = 105°C$.

Calculele efectuate au urmărit stabilirea atît a unor aspecte calitative (randamente, eficiența recuperării), cît și cantitative (puteri generate și consumate, suprafețe de schimb de căldură), care să permită o comparație tehnică și economică a celor două tipuri de cicluri.

Principalele rezultate ale calculelor efectuate în cele două variante sînt prezentate în tabelul 1, iar în figurile 1 și 2 sînt reprezentate diagramele temperatură-putere raportată, pentru cele două cicluri (respectiv fluxurile de energie în cele două variante), precum și valorile parametrilor de stare în punctele caracteristice ale ciclurilor analizate.

Pentru realizarea calculelor au fost utilizate următoarele valori:

— temperatura teoretică de răcire a sursei $t_r = 45°C$, ceea ce, pentru sursa considerată, corespunde unui potențial termic teoretic $Q_T = 6280{,}2$ kW/t;

Tabelul 1

Analiza comparativă a ciclului Rankine organic cu freon 11 cu ciclu triunghiular bifazic cu apă

Nr. crt.	Mărime	R 11	H_2O
1	Căldura recuperată [kJ/kg]	193,388	272,7
2	Lucrul mecanic de destindere [kJ/kg]	18,932	24,99
3	Lucrul mecanic de compresie [kJ/kg]	0,22	0,12
4	Căldura cedată la condensator [kJ/kg]	179,727	254,71
5	Debitul fluidului termodinamic [kg/s]	20,104	20
6	Sarcina termică a recuperatorului [kJ/s]	3887,86	5442,84
7	Sarcina termică a condensatorului [kJ/s]	3613,23	5094,2
8	Debitul apei de răcire [kg/s)]	76,65	110,62
9	Puterea generatorului electric [kW]	246,6	323,87
10	Puterea de compresie [kW]	7,4	4
11	Puterea efectivă [kW]	239,2	319,87
12	Puterea pompei de răcire [kW]	25,6	36,87
13	Puterea netă livrată [kW]	213,6	283
14	Randamentul teoretic ciclu [%]	9,676	9,12
15	Randamentul efectiv absolut [%]	6,152	5,877
16	Randamentul net ciclu [%]	5,494	5,2
17	Coeficientul de recuperare termică	0,619	0,866
18	Eficiența netă a recuperării [%]	3,4	4,5
19	Sarcina termică [kJ/s]:		
	— preîncălzire (freon, apă)	706,19	5442,84
	— vaporizare (freon)	3181,67	—
	— desupraîncălzire (freon)	82,25	—
	— condensare (freon, apă)	3530,98	5094,2
20	Diferența medie de temperatură [grd K]:		
	— preîncălzire (freon, apă)	15	15
	— vaporizare (freon)	17,66	—
	— desupraîncălzire (freon)	8,275	—
	— condensare (freon, apă)	9,457	9,457
21	Suprafața de schimb de căldură [m²]:	918	368
	— preîncălzire (freon, apă)	59	182
	— vaporizare (freon)	226	—
	— desupraîncălzire freon	166	—
	— condensare (freon, apă)	467	186
22	Puterea netă specifică [kW/m²]	0,2327	0,769

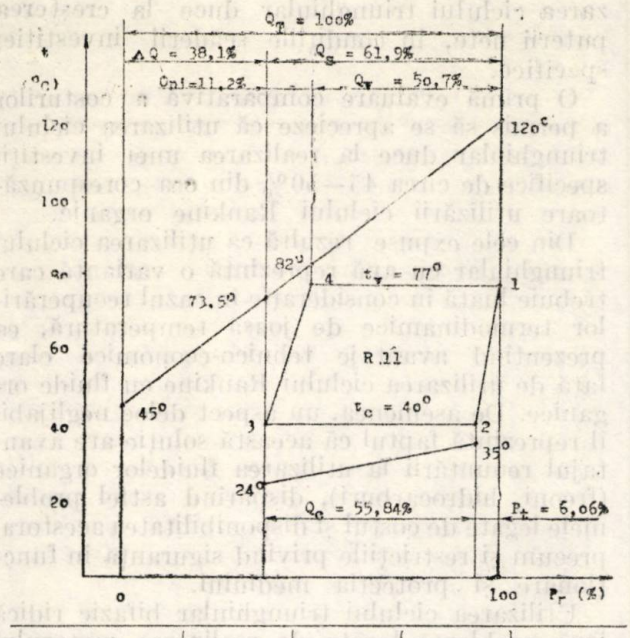
— randamentul turbinei este 0,72; randamentul generatorului electric (inclusiv pierderile mecanice) de 0,92; randamentul compresiei de 0,6;

— coeficienții globali de transfer de căldură au fost estimați pentru fiecare fază caracteristică de schimb de căldură:

a) la încălzirea, vaporizarea și condensarea freonului: 800 W/m²°C;

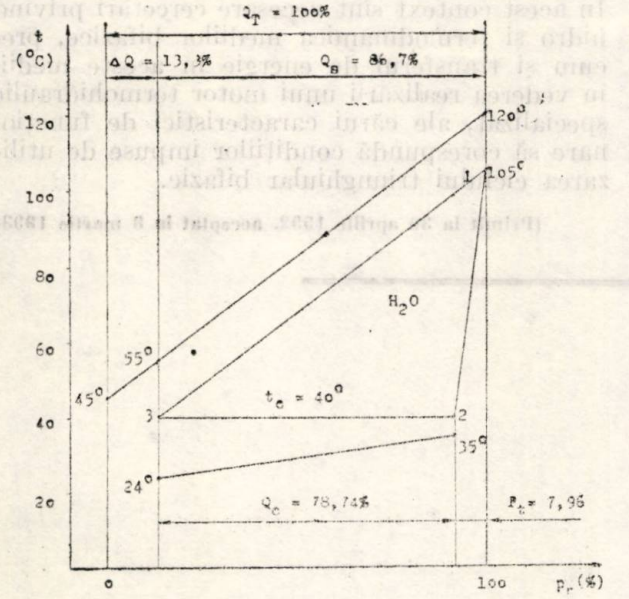
b) la desupraîncălzirea freonului: 60 W/m²°C;

c) la încălzirea apei: 2000 W/m²°C;



t[°C]	77	40	40	77
p[bar]	4,91	1,76	1,76	4,91
i[kJ/kg]	647,405	628,473	454,017	489,144

Fig. 1. Diagrama $t-P$ a ciclului Rankine organic cu freon 11



t[°C]	105	40	40
p[bar]	1,21	0,074	0,074
i[kJ/kg]	440,2	415,21	167,5

Fig. 2 Diagrama $t-P$ a ciclului triunghiular bifazic cu apă

d) la condensarea amestecului bifazic : 2900 W/m²°C.

Din analiza rezultatelor, prezentate în tabel, se desprind următoarele aspecte :

1. Deşi randamentul teoretic al ciclului Rankine este puţin superior ciclului triunghiular, acesta permite realizarea unui coeficient de recuperare termică cu circa 40% mai mare decît ciclul Rankine, ceea ce conduce la mărirea, cu acelaşi ordin de mărime, a sarcinii termice pe cele două schimbătoare de căldură (încălzitor, condensator)), precum şi a puterii debitate de generatorul electric şi a puterii consumate de pompele de răcire.

2. Ponderea puterii consumate în faza de compresie (pompa de alimentare) avantajează ciclul triunghiular, deoarece regimul scăzut de presiuni (la debite practic egale) conduce la o valoare scăzută a puterii de pompare de circa 55% din puterea echivalentă necesară în cazul ciclului Rankine organic.

3. Forma ciclului are o influenţă hotărîtoare asupra eficienţei nete a recuperării (putere netă livrată de instalaţie/potenţialul termic teoretic al resursei). Astfel, în cazul utilizării ciclului triunghiular, cu toate că randamentul net este mai mic decît al ciclului Rankine organic, este posibilă o răcire mai pronunţată a resursei, ceea ce face ca eficienţa recuperării să fie, în acest caz, cu circa 32% mai mare decît în cazul utilizării ciclului Rankine organic.

4. Proprietăţile termofizice ale fluidului utilizat determină condiţiile de schimb de căldură, avînd o influenţă foarte mare asupra mărimii suprafeţelor de schimb de căldură din instalaţie.

Astfel, în cazul utilizării freonului R 11 se observă, că datorită proprietăţilor termofizice, coeficienţii de schimb de căldură realizabili în diferitele faze de transfer de căldură sînt mult mai mici decît cei corespunzători în cazul folosirii apei ; ca urmare, avînd în vedere diferenţele medii de temperatură practic egale în cele două cazuri, aceasta duce la mărirea proporţională a suprafeţelor de schimb necesare pentru realizarea fazelor respective de transfer de căldură.

De asemenea, în cazul utilizării ORC (ciclul Rankine organic) la sursa rece apare o fază de supraîncălzire a vaporilor de freon evacuaţi din turbină. Deşi din punctul de vedere al sarcinii termice această fază are o pondere foarte mică (circa 2,3% din total), ea are o influenţă majoră asupra mărimii condensatorului. Datorită valorii foarte mici a coeficientului de transfer de căldură (60 W/m² °C), valabil pentru această fază, este necesară alocarea a peste 25% din suprafaţa totală a condensatorului.

Lucrurile sînt complet diferite în cazul utilizării ciclului triunghiular. Datorită proprietăţilor termofizice ale apei, coeficienţii globali de schimb de căldură care se pot realiza în faza de încălzire, respectiv de condensare, sînt mult mai mari decît cei corespunzători pentru freon 11, astfel că suprafeţele de schimb de căldură se

micșorează sensibil. Din ael se poate observa că, față de ciclul cu freon 11, utilizarea ciclului triunghiular cu apă duce la scăderea cu 60% a suprafeței totale de schimb de căldură, cu toate că sarcina termică a schimbătoarelor crește cu circa 40%, proporțional cu creșterea coeficientului de recuperare termică.

Concluzii

Analiza comparativă a ciclului organic Rankine și ciclului triunghiular permite formularea următoarelor concluzii:

— deși cele două cicluri sînt practic echivalente calitativ (randament ciclu), utilizarea ciclului triunghiular cu apă duce la creșterea cu 40% a cantității de căldură recuperată, ceea ce înseamnă creșterea cu 32,6% a puterii nete livrate de instalație, respectiv a eficienței nete a recuperării;

— creșterea eficienței de recuperare se realizează în condițiile măririi cu 22% a puterii generatorului electric și a puterii consumate de serviciile proprii, în timp ce suprafața totală de schimb de căldură scade la 40% din cea corespunzătoare utilizării ciclului Rankine organic. În cazul utilizării ciclului triunghiular se obține astfel un indicator de putere specifică netă de 0,769 kW/m², față de 0,2327 kW/m² în cazul ciclului Rankine organic, ceea ce înseamnă o creștere de 3,3 ori a eficienței utilizării suprafeței de schimb de căldură. Indicatorul putere netă specifică fiind corelat direct cu mărimea instalației, deci cu costurile de investiție, rezultă că, pentru o sursă dată, utilizarea ciclului triunghiular duce la creșterea puterii nete, în condițiile scăderii investiției specifice.

O primă evaluare comparativă a costurilor a permis să se aprecieze că utilizarea ciclului triunghiular duce la realizarea unei investiții specifice de circa 45—50% din cea corespunzătoare utilizării ciclului Rankine organic.

Din cele expuse rezultă că utilizarea ciclului triunghiular cu apă reprezintă o variantă care trebuie luată în considerație în cazul recuperărilor termodinamice de joasă temperatură, ea prezentînd avantaje tehnico-economice clare față de utilizarea ciclului Rankine cu fluide organice. De asemenea, un aspect deloc neglijabil îl reprezintă faptul că această soluție are avantajul renunțării la utilizarea fluidelor organice (freoni, hidrocarburi), dispărînd astfel problemele legate de costul și disponibilitatea acestora, precum și restricțiile privind siguranța în funcționare și protecția mediului.

Utilizarea ciclului triunghiular bifazic ridică însă probleme legate de realizarea motorului termic, avînd în vedere că se lucrează în domeniul bifazic cu umiditate foarte mare (în cazul apei titlul amestecului bifazic la finele destinderii fiind 0,11—0,15) și cu rapoarte de expansiune volumetrică foarte mari (1800—2000). În acest context sînt necesare cercetări privind hidro și termodinamica mediilor bifazice, precum și transferul de energie în aceste medii, în vederea realizării unui motor termohidraulic specializat, ale cărui caracteristici de funcționare să corespundă condițiilor impuse de utilizarea ciclului triunghiular bifazic.

(Primit la 30 aprilie 1992, acceptat la 8 martie 1993)

A DOUA SESIUNE A COMITETULUI PENTRU ENERGIE DIN CADRUL COMISIEI ECONOMICE ONU PENTRU EUROPA

Geneva, 10—12 noiembrie 1992

După cum se cunoaște, în cadrul instituțiilor și organismelor ONU funcționează și Comisia Economică ONU pentru Europa (UN/ECE) cu sediul la Geneva.

În etapa actuală, Comisia are preocupări importante privind transformările care au loc în țările cu economie în tranziție în general, și în unele domenii în special, cum ar fi cel al energiei. De altfel, în cadrul Comisiei funcționează și un Comitet de Energie; structura acestuia este prezentată în anexa 1.

În fiecare an, au loc manifestări importante sub egida UN/ECE și a Comitetului de Energie, unele din ele avînd loc și în România (seminarul pentru tarife; seminarul pentru relațiile producător — consumator de energie), iar pentru anul 1993 este programat un seminar la Poiana Brașov, în probleme de producere combinată a energiei electrice și termice.

Recent a avut loc la Geneva sesiunea a doua a Comitetului de Energie, la care au participat circa 60 de specialiști din 25 țări și din șase organizații internaționale.

1. La deschiderea sesiunii a luat parte dl. Gerald Hinteregger, secretar executiv al Comisiei. În discursul domniei sale s-au menționat, printre altele:

— schimbările recente, profunde, în plan politic și social din regiunea UN/ECE, în particular în Europa Centrală și de Est și în fosta U.R.S.S., au avut implicații majore pentru Comisie;

— deși au fost observate realizări pozitive se constată încă unele probleme în țările în tranziție, cum ar fi: scăderea producției, inflația, șomajul;

— în țările din vest schimbările au urmărit o creștere a integrării subregionale într-o singură piață, formarea spațiului Economic European;

— în cadrul UN/ECE, procesul de schimbare are în vedere:

- activități în sectoarele prioritare (definite prin decizia 0/45 a Comisiei), precum și în cele definite ca neprioritare;
- depunerea unui efort important al UN/ECE pentru a asista țările în tranziție (în special ateliere de lucru);
- schimbarea structurii membrilor UN/ECE (circa 40% din membri reprezintă țări în tranziție).

În ceea ce privește **situația energiei** în regiunea UN/ECE, s-a arătat că există o deosebire între țările dezvoltate economic și țările în curs de tranziție, care se reflectă în termeni de: cerințe și producții de energie, costul energiei la consumator, calitatea și siguranța alimentării.

Se constată că:

— în țările vest-europene consumul de energie a crescut și a fost satisfăcut ca atare, iar în țările în tranziție, deși consumul a scăzut, acesta nu a putut fi asigurat în totalitate;

— în țările vest-europene eficiența utilizării energiei a crescut, iar în țările est și central europene aceasta a scăzut;

— importul de energie în țările vest europene și America de Nord a crescut, dar exportul de energie din estul Europei și din fosta U.R.S.S. a scăzut, ceea ce a privat țările respective de o sursă de valută forte.

Deocamdată, ca o trăsătură comună în privința dezvoltării energetice în țările cu economie de piață și în tranziție se poate constata că, dacă situația va evolua în același mod, aceasta nu poate fi suportată dintr-o perspectivă pe termen lung. Rolul Comitetului este tocmai de a analiza aceste riscuri, dar și să promoveze programe, în special în domeniul utilizării eficiente a energiei.

Situația actuală și în perspectivă a reformelor în domeniul energiei în estul și centrul Europei este mai încurajatoare. Deși nici una din țările în tranziție nu a finalizat procesul, aceasta este explicabil, deoarece acest proces este încă în desfășurare și în alte țări dezvoltate și poate dura mai mult timp. Totuși, în țările din estul și centrul Europei au fost stabilite concepte și legislații premergătoare tranziției la economia de piață, astfel:

— au fost definite noi politici energetice;
— au fost stabilite priorități;
— au fost separate funcțiunile operaționale de cele de strategie și politică;
— s-a început demonopolizarea;

— prețurile au crescut spre nivel internațional;
— subvențiile au fost reduse.

A fost subliniat faptul că rolul Comitetului în acest domeniu este semnificativ, în special în ceea ce privește susținerea procesului de tranziție. S-a arătat că, începînd cu 1990, au fost organizate 13 ateliere și cu această ocazie s-au adus mulțumiri guvernelor și altor organisme care au susținut aceste acțiuni.

În același timp s-a arătat că fondurile pentru susținerea unor noi membri se dovedesc nesatisfăcătoare.

În ceea ce privește **rolul Comisiei în asistarea țărilor în tranziție** s-a subliniat importanța coordonării acestei asistențe, cu atît mai mult cu cît pînă în prezent nu s-a elaborat o analiză globală a programelor multilaterale de asistență. S-a evidențiat, de asemenea, rolul pe care trebuie să-l aibă Comitetul de Energie pentru implementarea **„hărții energetice europene"** și a **„Protocolului privind aspectele eficienței energetice și de protecția mediului a sistemelor energetice"**.

Dintre documentele prezentate în cadrul ordinii de zi se pot reține în mod deosebit următoarele:

2. La punctul 4 al ordinii de zi a fost prezentat documentul **„Situația și perspectivele energetice în țările membre ale Comisiei, cu referire specială la cele cu economia în tranziție"**. Unele date cuprinse în document sînt prezentate mai jos:

Dezvoltarea macroeconomică

— pentru Europa de Vest și America de Nord indicatorul GDP (growth domestic product) nu arată creșteri în 1991 față de 1990;

— pentru U.R.S.S./CSI producția materială netă (NMP — net material product) a scăzut cu 15%, iar GDP cu 17%. Consumul casnic a scăzut cu 15%;

— pentru țările central și est europene sînt publicate următoarele valori:

- GDP — Bulgaria — scădere 23%
  — Cehoslovacia — scădere 16%
  — Ungaria — scădere 7%—9%
  — România — scădere 8%
  — Yugoslavia — scădere 28%
- NMP — (în zonă) — scădere 14, 1%

Cerințe de energie și intensitatea energetică (1990—1991)

Indicatorul	Europa de vest	America de Nord	Europa centrală și de est	CSI/ U.R.S.S.
Modificări pentru cerințe de energie[mtoe]	+13,6	+26,3	−36,6	−30,2
Modificări pentru intensitate energetică[%]	0	+2	+3,6(*)	+17,7

1 mtoe = 10^{13} kcal = $4,19 \times 10^{13}$ kJ

(*) Scăderea cerinței de energie este mai mică decît a producției materiale nete.

Previziuni pentru Europa centrală și de est și URSS/CSI

Indicator		Europa centrală și de est	U.R.S.S.
1990 — Provizoriu	Producție	209,284	1711,758
	Import	87,922	298,319
	Consum	297,206	1413,439
2000 — Perspective	Producție	194,492	1804,909
	Import	136,908	279,346
	Consum	331,400	1525,693
2010 — Perspective	Producție	220,156	1944,893
	Import	155,269	267,003
	Consum	375,425	1677,890

Schimbul de energie

Import de energie [mtoe]	Europa de Vest	America de Nord	Europa centrală și de est	URSS(*)
1990	573,4	249,6	94,6	258,6
1991	573	271	73	197
Import net (procente din cerințe de energie primară)				
1990	39,2	11,7	28,4	13,1
1991	41,4	12,6	24,8	16,2

(*) Valorile reprezintă export

În intervențiile delegațiilor din țările în tranziție au fost menționate, printre altele, probleme privind asigurarea energiei, protecția mediului și în mod deosebit procesul de privatizare.

Delegații țărilor cu economie de piață au făcut, printre altele, referire la: competitivitatea asigurării energiei electrice, dependență redusă față de importul de energie, protecția mediului și reducerea emisiei de CO_2, disponibilitatea surselor de energie cu referire la import, diversificarea formelor de energie atît ca formă, cît și ca tip de energie, integrarea rețelelor de alimentare cu energie.

Se menționează că țara noastră s-a numărat printre cele care au transmis în avans rapoarte.

3. La punctul 5 al ordinii de zi a fost prezentat de către secretariat documentul privind comerțul cu energie și cooperarea dintre țările cu economie de piață și țările în tranziție.

Documentul conține date finale pentru 1990 și preliminare pentru 1991.

Secretariatul a subliniat declinul semnificativ al exportului de energie din Europa de est și centrală și creșterile foarte mici în cooperarea industrială în domeniul energiei (joint venture, investiții directe din străinătate).

Unele date mai importante cuprinse în document sînt prezentate mai jos :

Exportul de energie către Europa de Vest și America de Nord

Export de energie către Europa de Vest și America de Nord (1000 toe)	Din Europa centrală și de est			Din U.R.S.S.			Total		
	1990	1991	[%]	1990	1991	[%]	1990	1991	[%]
Combustibil solid	10478	9671	−7,7	7435	7378	−0,8	17913	17049	−4,8
Combustibil lichid	10570	4586	−56,1	97143	74749	−23,1	107713	79335	−26,3
Combustibil gazos	—	—	N/A	50489	47277	−6,4	50489	47277	−6,4
Energie electrică	399	361	−9,5	4,2	455	−10,4	811	816	+0,6
Total	21447	14618	−31,8	155479	129859	−16,6	176926	144477	−18,3

Export de energie către toate țările din zona UN/ECE

Export de energie către toate țările UN/ECE (1000 toe)	Din Europa centrală și de est			Din U.R.S.S.			Total		
	1990	1991	[%]	1990	1991	[%]	1990	1991	[%]
Combustibil solid	18822	18590	−1,2	15468	15066	−2,66	34289	33656	−1,8
Combustibil lichid	10570	4586	−56,6	97143	74749	−23,1	107713	79335	−26,3
Combustibil gazos	—	—	N/A	67937	63519	−6,5	67937	63519	−6,5
Energie electrică	467	362	−22,5	2000	1089	−45,6	2467	1451	−41,2
Total	29859	23538	−21,2	182548	154423	−15,4	212406	177961	−16,2

4. La punctul 6 al ordinii de zi a fost pregătit de către secretariat documentul care se referă la politica de conservare a energiei în economia de piață, precum și la dezvoltarea utilizării mai eficiente a energiei în țările din estul și centrul Europei și oferă concluzii și recomandări pentru cooperarea internațională.

5. La punctul 7 al ordinii de zi au fost prezentate mai multe documente :

• **Asistența multilaterală către țările în tranziție, în domeniul energiei**

Documentul a fost pregătit de secretariat și prezintă stadiul actual al asistenței multilaterale către țările în tranziție în domeniul energiei și face o evaluare globală preliminară asupra importului și utilității acestei asistențe. S-a menționat, printre altele că :

— există circa 14 organizații care execută programe specifice de asistență;
— asistența este de regulă de tip „donor-driven";
— asistența este foarte diversă și acoperă parțial problemele, ceea ce nu apare la nivelul proiectului;
— nu există o coordonare și o metodologie de evaluare comparativă a eficacității programelor de asistență.

În document se arată că asistența are aspecte multiple, care servesc evaluării; astfel asistența trebuie să fie :

— oportună;
— fezabilă tehnic, economic și social;
— eficientă în implementare;
— susținută pe termen lung;

— să aibă o concordanţă macroeconomică şi internaţională;
— să fie flexibilă funcţional.

Recomandările cu caracter general se referă la:
— transparenţă mai mare;
— îmbunătăţirea coordonării;
— sporirea eficienţei în implementare.

După cum arată materialul Comitetul de energie cuprinde toate ţările în tranziţie şi ar fi calificat să preia rolul de evaluare a programelor de asistenţă.

• **Atelierele organizate de UN/ECE în probleme de energie şi reforme economice**

Documentul pregătit de secretariat cuprinde o trecere în revistă a principalelor ateliere care au loc anul acesta (patru ateliere, din care două în România, şi un seminar în România). S-a arătat că atelierele sînt un mijloc de a uşura integrarea în economia Europei şi a lumii, a ţărilor în tranziţie şi permit contacte şi consultări între experţi.

În luarea sa de cuvînt reprezentantul IFIEC a avut aprecieri pozitive privind modul de organizare şi desfăşurare a seminarului de la Bucureşti (octombrie 1992—CPL) cu tema „Relaţia consumator — producător de energie".

În final Comitetul a propus următoarele:
— să încurajeze ţările în tranziţie să profite cît mai mult de posibilităţile oferite de organizarea şi desfăşurarea acestor ateliere;
— să încurajeze ţările cu economie de piaţă, organizaţiile neguvernamentale şi oamenii de afaceri să participe la aceste ateliere;
— să ia notă cu gratitudine de asistenţa financiară a acestor ateliere şi să spere că sponsorii vor continua în acelaşi mod;
— să ceară secretariatului să continue sprijinirea cu resurse a atelierelor şi transmiterea materialelor de la ateliere.

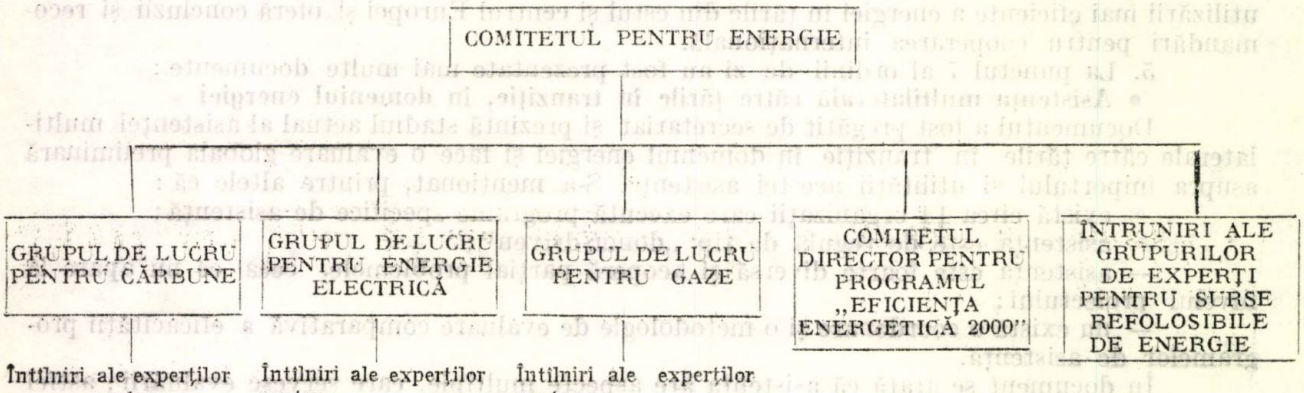
6. Au mai fost discutate probleme privind activitatea grupurilor de lucru din cadrul Comitetului, precum şi colaborarea cu alte grupuri de lucru din cadrul Comisiei Economice sau cu alte organisme şi organizaţii internaţionale.

7. În ceea ce priveşte acţiunile viitoare, Comitetul a menţinut aceeaşi ordine de priorităţi adoptată la prima sesiune, şi anume:
— reformele în domeniul energiei în Europa de est şi centrală;
— utilizarea eficientă a energiei şi conservarea acesteia;
— politici energetice şi previziuni;
— probleme de cerinţe şi asigurare de energie;
— comerţul cu energii.

8. Delegaţia RENEL, a prezentat în cadrul punctului 4 al ordinii de zi o informare privind problemele actuale ale Regiei şi a avut intervenţii la discuţia altor documente prezentate în cadrul sesiunii.

În cursul delegaţiei s-au procurat o serie de documente ale Comitetului ce urmează a fi prelucrate ulterior cu ajutorul ISPE şi distribuite celor interesaţi.

STRUCTURA COMITETULUI PENTRU ENERGIE **ANEXA 1**



ING. VLADIMIR CONSTANTINESCU — DGPEET
ING. GABRIEL ROMAŞCU — ISPE

AL DOILEA CONGRES MONDIAL PRIVIND ENERGIILE REGENERABILE

În cursul lunii septembrie s-a desfășurat la Reading, Marea Britanie, al doilea Congres Mondial privind Energiile Regenerabile (WREC). Cu această ocazie s-au pus bazele Rețelei Mondiale privind Energiile Regenerabile (WREN). WREN are drept scop principal promovarea energiilor regenerabile din întreaga lume. Sediul WREN se află în Marea Britanie, dar această organizație funcționează sub egida UNESCO. În cuvînatarea sa secretarul general al WREN, profesorul Ali Sayigh spunea : „Ultimele evenimente au accentuat faptul că toate țările trebuie să aibă o politică energetică coerentă. Pentru un succes pe termen lung o astfel de politică trebuie să ia în considerare și energiile regenerabile. Prin înființarea WREN noi intenționăm un numai să promovăm comunicarea și colaborarea între specialiști, ci și să atragem atenția publicului larg asupra aspectelor de interes major al energiilor regenerabile".

La cel de al doilea Congres al Energiilor Regenerabile au participat circa 600 de reprezentanți din 130 de țări. Congresul a inclus sesiuni în plen și pe secțiuni asupra tuturor energiilor regenerabile (incluzînd conversie fototermică, energie eoliană, biomasa, valuri, maree, energie hidraulică, energie geotermală, energia termică a oceanelor, conversie fotovoltaică, știința și tehnologia materialelor, producția de hidrogen). De asemenea, a existat o secțiune de climatologie și meteorologie (încălzirea climei, efect de seră, producerea substanțelor care atacă stratul de ozon din atmosferă), o secțiune de arhitectură și construcții, precum și secțiuni asupra aspectelor economice, politice și educaționale.

S-au raportat progresele importante obținute atît din punct de vedere științific ,cît și tehnologic. Unele dintre acestea au fost rezumate de către președintele congresului, profesorul Ali Sayigh, în cuvîntul său de închidere. Notabile sînt progresele din tehnologia fotovoltaică (producția directă de electricitate din conversia energiei solare), folosind celule cu Cd—Te și cu siliciu policristalin ; reducerea costului electricității obținute folosind energia eoliană și succesul biogazului în Asia.

Totuși, s-a exprimat o mare dezamăgire față de reținerea guvernelor de a da un sprijin mai substanțial proiectelor bazate pe energii regenerabile. Se speră că WREN, sub auspiciile UNESCO, să determine o creștere a implicării factorului politic, precum și o mai eficientă informare a publicului larg. Atît lucrările congresului, cît și înființarea WREN au pus în lumină rolul crucial pe care energiile regenerabile îl pot avea în țările în curs de dezvoltare, în special ,dar și în țările dezvoltate. Mai mult, s-a evidențiat faptul că producerea instalațiilor de energii regenerabile bazate pe tehnologii noi dezvoltate în ultimii cîțiva ani poate fi o soluție pentru ieșirea din criza economică a națiunilor industrializate. Sînt 60 de țări reprezentate în Consiliul WREN, inclusiv România. Pentru mai multe informații privind desfășurarea congresului se pot contacta cei doi participanți din România, dl. Constantin Dinu de la Catedra de Termotehnică — Facultatea de Mecanică, Universitatea Politehnică București, și dr. M. Momîrlan de la Institutul de Chimie Fizică al Academiei.

Al treilea Congres Mondial privind Energiile Regenerabile se va ține în perioada 11—16 septembrie 1994, tot la Reading, Marea Britanie.

Informații suplimentare se pot obține de la președintele congresului la adresa : Prof. A.A.M. Sayigh,

Department of Engineering,
University of Reading,
Whiteknights, PO Box 225,

sau la autorul prezentei note :

Ing. VIOREL BĂDESCU
Catedra de Termodinamică, Facultatea de Mecanică
Universitatea Politehnică București,
Splaiul Independenței nr. 313, București

Serviciul de Relații cu Publicul din RENEL ne informează :

În ziua de 15.01.93 domnul profesor Aureliu Leca, președintele RENEL, a aprobat constituirea grupului profesional al utilizatorilor de UNIX din RENEL (GPUR).

Acest grup are următoarele obiective :

1 — promovarea tehnicilor informatice bazate pe sisteme UNIX și ORACLE ;

2 — urmărirea evoluției acestor sisteme și integrarea lor rapidă în RENEL ;

3 — coordonarea dezvoltării aplicațiilor specifice sistemelor deschise, conform standardelor internaționale ;

4 — formarea, la C.F.P., de instructori și de utilizatori de sisteme sub UNIX ;

5 — integrarea sistemelor informatice RENEL în rețele de comunicații interne și internaționale ;

6 — cooperarea cu Grupul utilizatorilor români de UNIX (GURU), precum și cu alte grupuri profesionale nonprofit din țară și din străinătate ;

7 — participarea la conferințe și simpozioane interne și internaționale în domeniul sistemelor deschise.

Pe baza experienței acumulate pe platforma RENEL de testare UNIX—ORACLE, s-a format următorul nucleu al grupului UNIX—RENEL, coordonat de domnul Dan Maiorescu :

D. Maiorescu și V. Gaftea — Divizia informatică ;

G. Gerendy — Direcția operativă ;

A. Lișiță, N. Spătariu — secretariatul general ;

I. Chișinevski, L. Păsculescu, G. Iovu, M. Iovu — C.F.P.

DAN MAIORESCU
IURII CHIȘINEVSKI

Din energetica mondială

CENTRALA GEOTERMOELECTRICĂ WAIRAKEI* NOUA ZEELANDĂ

Această centrală are o celebritate mondială prin resursa pe care o folosește, cu o continuitate neîntreruptă, asigurînd (împreună cu centrala Ohaaki), 8% din producția totală de energie electrică a țării.

Zona de amplasare este în insula de nord, caracterizată prin vulcanism, geyzere și solfatare ; centrala este în apropiere de orașul Rotorna, supranumit capitala geyzerilor.

Resursa naturală constă din abur cu o puritate de 99% ; restul de 1% constă din dioxid de carbon (95%) și hidrogen sulfurat (5%). Această resursă este considerată indefinită ; reducerea anuală a debitului de 2—3% este compensată prin conectarea de noi sonde. Parametrii aburului sînt : 120°C—148°C și 2,4—4,5 bar. Debitul orar se menține constant, dar iarna frigul foarte mare produce pierderi de căldură la aburul adus prin conducte.

Regiunea fiind de cutremure sînt luate măsuri corespunzătoare de protecție a instalațiilor.

Rezistența la coroziuni este asigurată prin utilizarea de conducte din oțel inoxidabil ; paletele turbinelor cu abur sînt din oțel inoxidabil cu conținut de crom.

Puterea totală instalată în centrală în două grupuri turbogeneratoare este de 140 MW.

Răcirea condensatoarelor este în circuit deschis cu apă dintr-un riu ale cărei temperaturi medii sînt de 11°C iarna și 22°C vara.

Aburul condensat, în cantitate de 4000 tone/h, este descărcat în rîul Waikato, dar se preconizează să fie reintrodus în zăcămintele geotermale.

Durata de funcționare a turbinelor de abur între două revizii este de 25 000 h.

În anul 1988 a fost pusă în funcțiune a doua centrală geotermoelectrică Ohaaki, cu putere instalată de 110 MW. la 27 km nord de Wairakei.

Sînt în curs de exploatare alte două zăcăminte la Mokai și Ngawha.

Se estimează că în total rezervele din zonă însumează 1000—2000 MW.

Ing. PAUL CARTIANU

* După un prospect tipărit în limba engleză de exploatarea acestei centrale, trimis de o româncă care a juns în Noua Zeelandă.

CONTENTS

EDITORIAL 99

CONGRATULATION MESSAGES 100

HYDROELECTRIC POWER PLANTS

GRIGORE BARDAN, DAN ANDREI : Present Aspects on the Hydropower Plants Development 101 – 109

NUCLEAR POWER PLANTS

CONSTANTIN BRĂTIANU : Nuclear Incidents and Accidents Estimation 110 – 115

THERMAL POWER PLANTS

STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE, RUXANDRA CECIU, ROXANA DINU : Reversible and Irreversible Adiabatic Thermodynamic Pendulum Assuming Great Oscillations 116 – 122

ION IONIȚĂ, STAMA SOTRI : 300/50 S Black Oil and the National Standard 51 – 83 123 – 128

VASILE STROIA : Drum Replacement at Thermo Power Station of Borzești – Boiler 4 129 – 131

HEAT SUPPLY

VLADIMIR STOENESCU : Two-Phase Triangle Cycle – A Solution for Low Temperature Heat Recovery 132 – 136

EVENTS

VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : The Second Session of Energy Committee within ONU Economic Commission for Europe 137 – 139

GLEB DRĂGAN : The Program of the Technical – Scientifical Events Organized by the Romanian Energy Company within AGIR in 1993 122

From RENEL's Public Relation Office 142

ENERGY WORLDWIDE 128, 131, 142

REVIEWS 141

INHALT

LEITARTIKEL 99

GLUECKWUENSCHE 100

WASSERKRAFTWERKE

GRIGORE BARDAN, DAN ANDREI : Aktuelle Probleme betreffend die Entwicklung der Wasser kraftwerke 101 – 109

KERNKRAFTWERKE

CONSTANTIN BRĂTIANU : Bewertung der Ausfaelle und Unfaelle in Kernkraftwerken 110 – 115

WAERMEKRAFTWERKE

STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE, RUXANDRA CECIU, ROXANA DINU : Der adiabatische umkehrbare und nichtumkehrbare thermodynamische Pendel in der Hypothese grosser Schwankungen 116 – 122

ION IONIȚĂ, STAMA SOTRI : Pakura 300/50 S SI Norm 51 – 83 123 – 128

VASILE STROIA : Des Ersetzen der trommel bei dem Dampferzeuger 4 des Heizkraftwerkes Borzești 129 – 131

WAERMEVERSORGUNG

VLADIMIR STOENESCU : Der Zweiphasen-Dreieck-Zycklus – eine Loesung zur Rueckgewinnung von Niedertemperaturwaerme 132 – 136

TE WISSENSCHAFTLICH – TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : Die zweite Tagung des Energiekommitees der UNO – Wirtschaftskommission fur Europa 137 – 139

GLEB DRĂGAN : Das Program der wissenschaftlich/Technischen Veranstaltungen, welche von der Rumänischen Energiewirtschaftsgesellschaft im Jahre 1993 im Rahmen AGIR organisiert werden 122

Wir erhalten von dem public-relations Buro des RENEL 142

AUS DER WELTENERGIEWIRTSCHAFT 128, 131, 142

BUCHBESPRECHUNGEN 141

SOMMAIRE

EDITORIAL 99

MESSAGES DE VOEUX 100

CENTRALES HYDRAULIQUES

GRIGORE BARDAN, DAN ANDREI : Problèmes actuels concernant le dévéloppement des centrales hydrauliques 101—109

CENTRALES NUCLEAIRES

CONSTANTIN BRĂTIANU : Evaluation des incidents et des accidents nucléaires 110—115

CENTRALES THERMIQUES

STOIAN PETRESCU, GEORGE STĂNESCU, ROXANA IORDACHE, RUXANDRA CECIU, ROXANA DINU : Le pendule thermodynamique adiabate réversible et irréversible dans l'hypothèse des grandes oscillations 116—122

ION IONIȚĂ, STAMA SOTRI : Le fuel 300/50 S SI Norme d'Etat 51—83 123—128

VASILE STROIA : Le remplacement du tambour de la chaudière no. 4 de la centrale électrique de cogénération Borzesti 129—131

ALIMENTATION EN CHALEUR

VLADIMIR STOENESCU : Le cycle triangulaire biphasé — une solution pour récupérer la chaleur à basse température 132—136

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

VLADIMIR CONSTANTINESCU, GABRIEL ROMAȘCU : La deuxième session du Comité pour l'Energie de la Commission Economique de l'ONU pour l'Europe 137—139

GLEB DRĂGAN : Le programme des manifestations techniques scientifiques organisées en 1993 par la Société Roumaine de l'Energie de l'AGIR 122

Nous sommes informes par le Service des Relations Publiques de la RENEL. 142

L'ENERGIE DANS LA MONDE 128, 131, 142

COMPTE — RENDUS 141

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 99

ПОЗДРАВИТЕЛЬНЫЕ ПРИВЕТЫ 100

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ГРИГОРЕ БАРДАН, ДАН АНДРЕЙ: Актуальные задачи развития гидроэлектростанций 101—109

АТОМНОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

КОНСТАНТИН БРЭТИАНУ: Оценка чрезвычайных происшествий и ядерных аварий 110—115

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

СТОЯН ПЕТРЕСКУ, ДЖЕОРДЖЕ СТЭНЕСКУ, РОКСАНА ИОРДАКЕ, РУКСАНДРА ЧЕЧУ, РОКСАНА ДИНУ: Необратимый и обратимый адиабатный термодинамический маятник в гипотезе высоких колебаний 116—122

ИОН ИОНИЦЭ, СТАМА СОТРИ: Мазут 300/50 С и СТАС 51—83 123—128

ВАСИЛЕ СТРОЯ: Замена барабана котла № 4 на ТЭЦ Борзешть 129—131

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

ВЛАСИМИР СТОЕНЕСКУ: Двухфазный треугольный цикл — решение по рекуперации низлотемпературного тепла 132—136

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНЕСКУ, ГАБРИЕЛ РОМАШКУ: 2-я сессия Комитета по Энергии в рамках Европейской Экономической Комиссии ООН 137—139

ЛЕБ ДРАГАН: Программа научно-технических мероприятий, организованных Румынским Обществом по Энергетике в рамках АГИР в 1993 г. 122

ПОЛУЧАЕМ ОТ СЛУЖБЫ ПУБЛИЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ — РЕНЕЛ 142

ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 128, 131, 142

РЕЦЕНЗИЯ 141

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

103-105 Calea Dorobanti
Sector 1 Code 71.223
Bucharest-Romania

Tel: (40-1) 679.64.30
Telex: 10244 R
Fax: (40-1-) 312.97.64

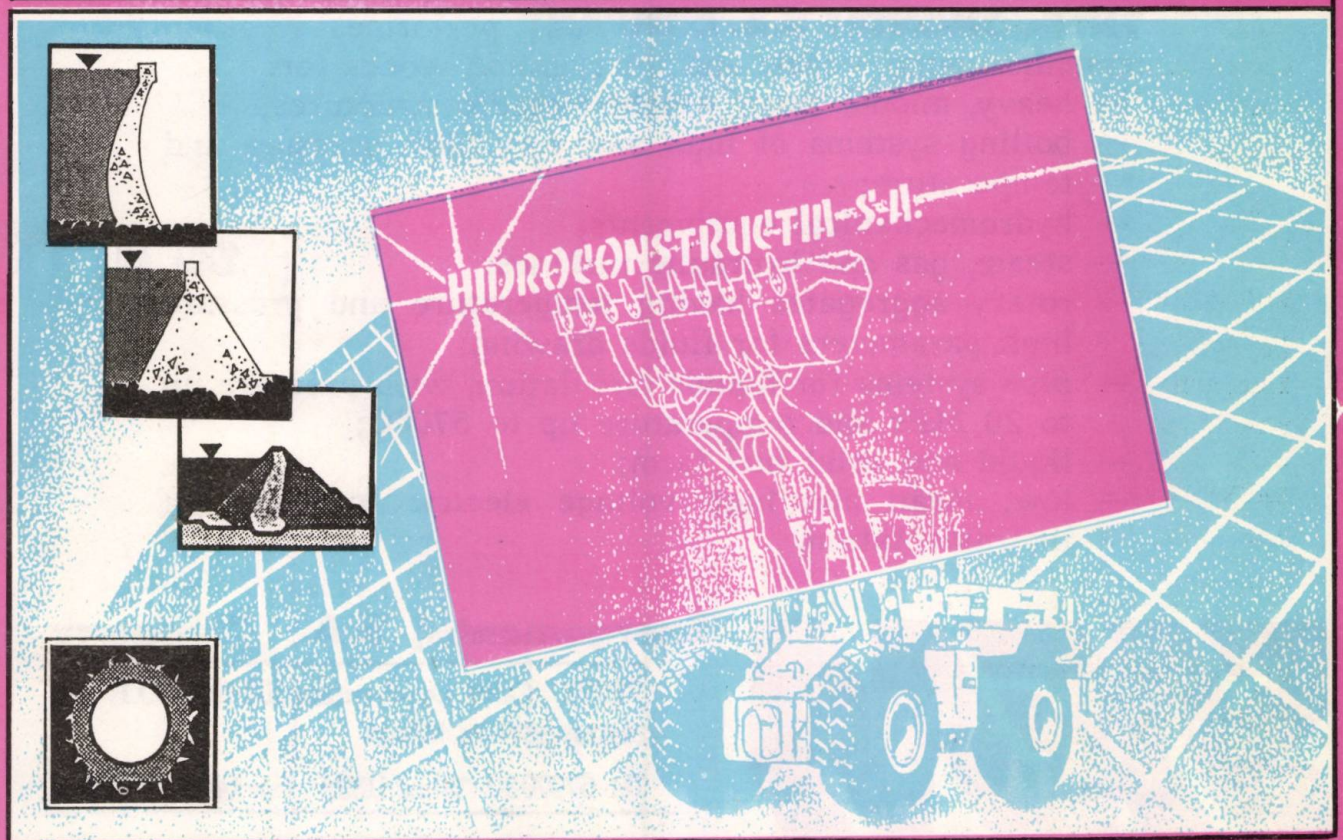
BUSINESS INITIATIVE DIRECTIONS · BID ·

Execută:

* BARAJE DIN BETON (de greutate, in arc, cu contraforti)
* BARAJE DIN PAMINT, ANROCAMENTE SI ALTE MATERIALE LOCALE
* CENTRALE HIDROELECTRICE DE SUPRAFATA SI SUBTERANE
* ECLUZE, PORTURI, DRAGAJE
* CANALE, CONDUCTE, BLINDAJE
* GALERII DE ADUCTIUNE, DE FUGA, GALERII SECUNDARE, PRIZE DE APA
* STATII DE POMPARE, SISTEME DE IRIGATII
* LUCRARI DE FORAJE SI INJECTII
* LUCRARI SPECIALE: INCINTE BATARDOURI CELULARE, DEROCARI SUB APA BETOANE PRECOMPRIMATE
* ECRANE DE ETANSARE, PERETI MULATI
* STATII DE SORTARE SI ALTE INSTALATII TEHNOLOGICE
* DRUMURI, AUTOSTRAZI, PODURI, VIADUCTE
* CONSTRUCTII INDUSTRIALE SI CIVILE
* CONFECTII METALICE, PREFABRICATE DIN BETON, AGREGATE
* SCULE DE MINERIT, BURGHIE
* TRANSPORTURI AUTO DE MARFURI SI MATERIALE
* ACTIVITATE DE TURISM

A executat:

115 CENTRALE HIDROELECTRICE CU O PUTERE INSTALATA DE 5.850 MW
118 BARAJE CU O CAPACITATE DE RETENTIE DE 10.800.000.000 MC



Energomontaj S.A. Company

SNEM

BUCHAREST - ROMANIA

ENERGOMONTAJ S.A. COMPANY performes erection, commissioning, repair and intervention works for:

- heavy, middle small weight metallic structures;
- boiling systems of high and very high pressure and temperature;
- hydromechanical equipments;
- steam, gas and hydraulic turbines;
- rotary aggregates having temperature and pressure high parameters for fluids drawing;
- pipe systems for liquids circulation, with pressure up to 20 MPs and temperature up to 570°C;
- liquid and solid fuel farm;
- low, mean and high voltage electric installations;
- instrumentation.

1994 AUG 05

SNEM

Energomontaj S.A. Company

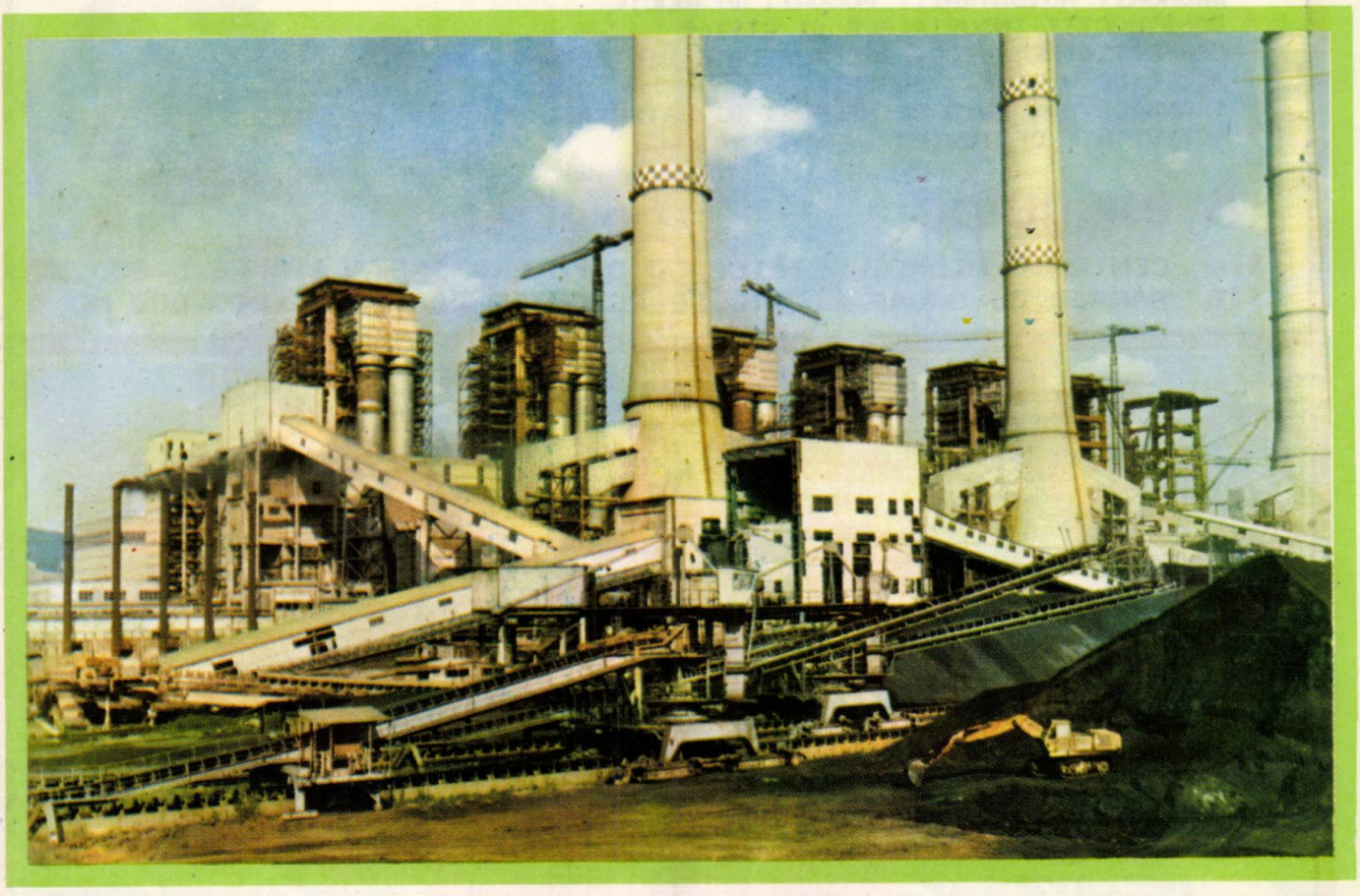
71223 Calea Dorobanţilor 103-105 O.P. 63
BUCUREŞTI - ROMÂNIA
Tel: 6797020 Telex: 11335 Fax: (400) 3129766

E 2039

ANUL
41

energetica

seria A



4
iulie–august 1993

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

103-105 Calea Dorobanti
Sector 1 Code 71.223
Bucharest - Romania

Tel: (40-1) 679.64.30
Telex: 10244 R
Fax: (40-1-) 312.97.64

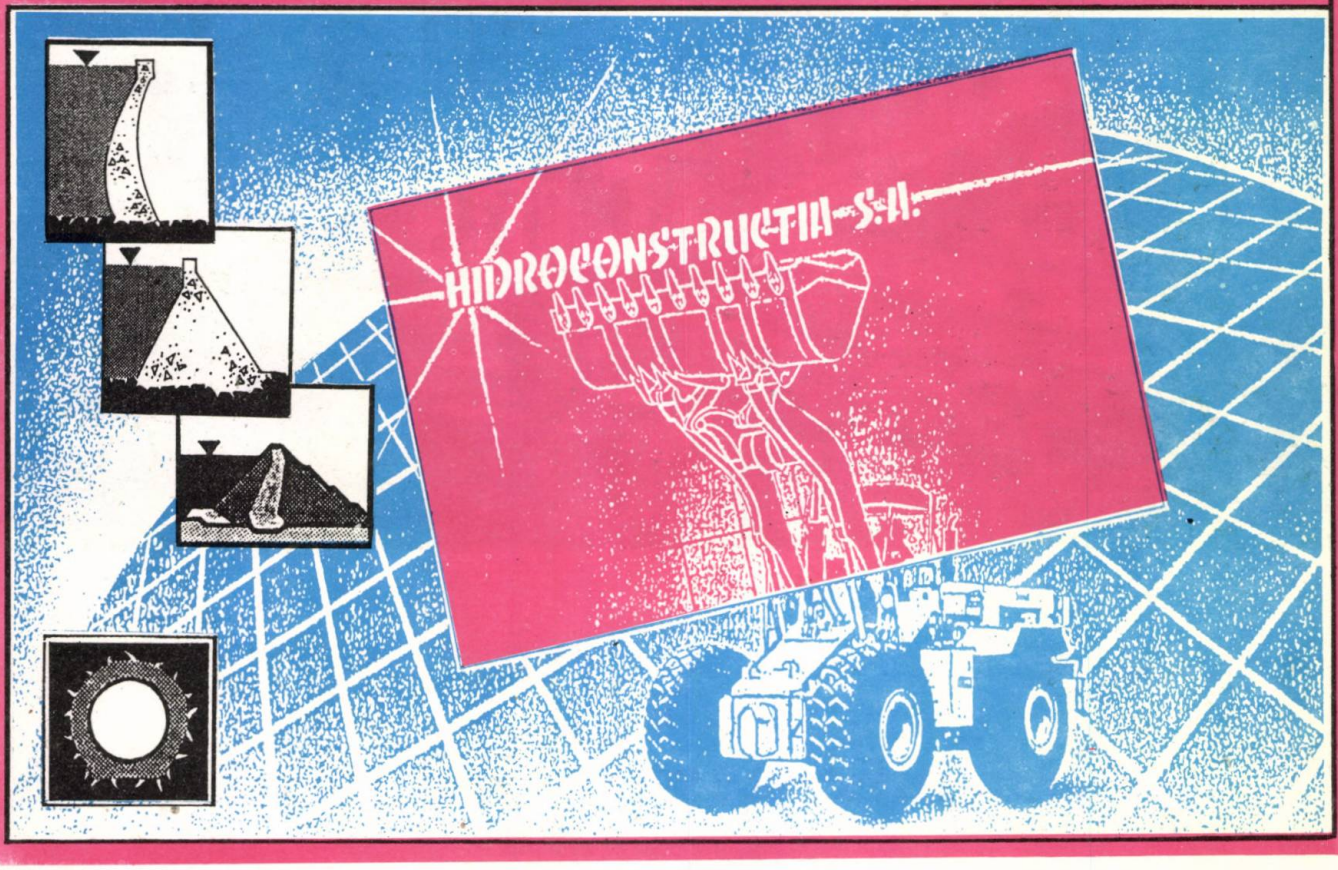
BUSINESS INITIATIVE DIRECTIONS · BID ·

Executa:

* BARAJE DIN BETON (de greutate, in arc, cu contraforti)
* BARAJE DIN PAMINT, ANROCAMENTE SI ALTE MATERIALE LOCALE
* CENTRALE HIDROELECTRICE DE SUPRAFATA SI SUBTERANE
* ECLUZE, PORTURI, DRAGAJE
* CANALE, CONDUCTE, BLINDAJE
* GALERII DE ADUCTIUNE, DE FUGA, GALERII SECUNDARE, PRIZE DE APA
* STATII DE POMPARE, SISTEME DE IRIGATII
* LUCRARI DE FORAJE SI INJECTII
* LUCRARI SPECIALE: INCINTE BATARDOURI CELULARE, DEROCARI SUB APA BETOANE PRECOMPRIMATE
* ECRANE DE ETANSARE, PERETI MULATI
* STATII DE SORTARE SI ALTE INSTALATII TEHNOLOGICE
* DRUMURI, AUTOSTRAZI, PODURI, VIADUCTE
* CONSTRUCTII INDUSTRIALE SI CIVILE
* CONFECTII METALICE, PREFABRICATE DIN BETON, AGREGATE
* SCULE DE MINERIT, BURGHIE
* TRANSPORTURI AUTO DE MARFURI SI MATERIALE
* ACTIVITATE DE TURISM

A executat:

115 CENTRALE HIDROELECTRICE CU O PUTERE INSTALATA DE 5.850 MW
118 BARAJE CU O CAPACITATE DE RETENTIE DE 10.800.000.000 MC



ORSZÁGOS KÖZPONT 1883 MŰSZAKI ÉS KÖNYVTÁR

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE A ENERGETICIENILOR DIN ROMÂNIA

ANUL 41 NR. 4, SERIA A IULIE—AUGUST

ISSN 1220—5133

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu :

- **Diaru pentru vulgarizarea științeloru naturale și fizice (1870—1882) ;**
- **Buletinul Societății Politehnice (1887—1944) ;**
- **Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România — AGIR (1919-1946) ;**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921) ;**
- **Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică — APDE (1932—1944) ;**
- **Buletinul Institutului Român de Energie — IRE (1933—1944)**

Revista apare alternativ în două serii :

- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție, energiei electrice, sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an.

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

CUPRINS

EDITORIAL 147

DEZVOLTAREA SISTEMULUI ENERGETIC

MANFRED STEIN, DAN ANASTASIU, DUMITRU CEZAR IONESCU : Posibilități de simplificare a unor modele de calcul al fiabilității schemelor tehnologice 148—153

CENTRALE TERMOELECTRICE

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU, TUDOR PRISECARU, MĂLINA PRISECARU : Recircularea externă a gazelor de ardere — factor important în reducerea primară a oxizilor de azot (cu aplicație la combustibilii lichizi) 154—159

CENTRALE NUCLEAROELECTRICE

NICOLAE GROSU, PAUL EMIL RAȘCU : Aportul ISPE la proiectarea unor obiective cu caracter nuclear în România 160—168

SURSE ȘI TEHNOLOGII NOI

CONSTANTIN POPESCU : Surse alternative neconvenționale — strategii și perspective 169—172

OPINII

ROMULUS SFICHI : Definirea manifestărilor tehnico-științifice în procesul informării documentare de specialitate 173—174

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE 153

DE LA COMITETUL MEMBRU ROMÂN AL CONSILIULUI MONDIAL AL ENERGIEI 175—180

DIN ISTORIA ENERGETICII

PAUL CARTIANU : 50 de ani de la începuturile lucrărilor pentru aducerea gazelor naturale în București 181—182

PAUL CARTIANU : Jumătate de secol de la apariția revistei „Tehnica și viața" 183

DIN ENERGETICA MONDIALĂ 159,183

EUGENIU PAVEL : Moratoriul guvernului italian din 1987 are efecte negative asupra energeticii italiene 184

Our review publishes ADVERTSMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:

Revista ENERGETICA

ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,

Bucureşti III, RO 79619

Phone: 322.06.92; 321.69.66/251

Fax: 00400 129315

Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE: dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct; ing. Nicolae NICULESCU — secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL; dr. ing. Ioan GANEA — director Editura Tehnică; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG

MEMBRI: prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Iuliu BLECHTAL; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; chim. Mihai CHIRICA; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing. Mario DUMA; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing. Laurenţiu GOIA; dr. ing. Dan GOLICIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. chim. Maria MAFTEI; dr. ing. George MANOLESCU; ing. Alexandru MIHĂILĂ; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU; prof. dr. ing. Viorel NEGRU; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÎSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU; ing. Margarios SALGIAN; ing. Anton VLĂDESCU; ing. Gheorghe VOICU; ing. Dinu VOINEA

Redactor: Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:

ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sect. 3, CP 79619

Bucureşti

Telefon: 322 06 92; 321.69.66/251

Telex: 10783, Fax: 00400 129315

Coperta I. Cazan de 1035 t/h de la CET Turceni

SC. UNIVERSUL S.A. — c. 3819

EDITORIAL

Inginerii știu că la orice funcție dinamica tranzitorie, parametrii care influențează aspectul funcției sînt atît de numeroși încît nu pot fi stăpîniți și dirijați decît cu aproximații și simplificări. Cu atît mai mult, în cazul în care funcțiile respective reprezintă modele ale unor dezvoltări economice și sociale. În cazuri particulare astfel de funcții au o evoluție oscilantă periodică sau aperiodică, amplificantă sau amortizantă, cu tendință de trecere spre un regim stabilizant, sau dimpotrivă într-un regim catastrofal ... Astfel de fenomene pot fi constatate concret în diferitele țări care trec prin stări tranzitorii.

Rolul unei structuri de conducere a proceselor de orice fel ar fi—după părerea noastră — ca în cadrul unor acțiuni inteligente, să activeze conștient și rațional prin selectarea și influențarea parametrilor celor mai semnificativi, care au pondere asupra stabilizării dinamice și care acționează și mai departe în regim stabilizat.

Popoarele care fac parte din țările dezvoltate și-au atins nivelul de trai prin hărnicie și prin jocul competiției concurențiale. Inteligența a jucat un rol esențial în asimilarea și dezvoltarea tehnologiilor celor mai înaintate. În același timp, aceste state „fug" de activitățile tehnologice energofage și de cele poluante, pe care tind să le transfere celeilalte categorii de țări (în curs de dezvoltare).

Nu este nici un secret că țările care au ajuns din urmă statele dezvoltate își datoresc această reușită îndeosebi pentru că și-au făcut un țel din stimularea inteligenței umane, din asimilarea tehnologiilor celor mai sofisticate, cît mai rapid și cît mai pragmatic.

Țara noastră, care face parte din grupa țărilor în curs de dezvoltare, trebuie să facă eforturi deosebite pentru stabilizarea și relansarea economică. De ce românii, care sunt dotați cu o inteligență nativă, n-ar urma exemplul țărilor care și-au impus un ritm foarte intens de dezvoltare.

Considerațiile de mai sus au ca scop sublinierea și susținerea ideii că și în domeniul energeticii este necesar să se accentueze pregătirea activităților care conduc la folosirea în cît mai mare măsură a inteligenței. În acest fel, trebuie să se militeze pentru introducerea celor mai moderne tehnologii de producere, transport, distribuție și utilizare, cu costuri minime, cu productivități mari, cu eficiență maximă. Inteligența artificială ca tehnologie, cu toate implicațiile ei în ceea ce privește necesitatea de a avea un personal foarte bine pregătit intelectual, va trebui să intre în toate activitățile noastre curente. Asimilarea tehnologiilor celor mai înaintate, a informatizării, urmărirea eliminării energofagiei și a poluării mediului sînt acțiuni care pot și trebuie să fie parametrizate și acești parametri fac parte din categoria celor care conduc la amortizarea oscilațiilor funcției de tranziție, care grăbesc stabilizarea și care vor contribui la atingerea unui nivel mai apropiat de cel al țărilor dezvoltate.

Sigur, că unele dintre tehnologiile existente care au devenit ineficiente trebuie îmbunătățite și nu neapărat eliminate, făcute „curate" și în același timp concurențiale, pentru ca țara noastră să poată avea acces pe piața internațională, pînă la momentul în care va putea asimila tehnologiile de vîrf și va intra în rîndul țărilor dezvoltate.

În prezent și în această perioadă, trebuie pus accentul pe pregătirea tinerelor cadre, care vor prelua răspunderea economiei românești peste zece, cincisprezece ani. Cu alte cuvinte, azi trebuie să se dea importanță învățămîntului și activității de cercetare. Nu ne referim numai la persoanele care lucrează în aceste sectoare, ci la toți energeticienii, indiferent de locul lor de muncă, datori să-și însușească o asemenea atitudine și să acționeze ca atare.

Este foarte bine că s-au deschis granițele pentru cît mai mulți specialiști. Aceștia, ca adevărați patrioți, se vor întoarce cu bagaje de informații, pe care creiere organizate vor trebui să le pună cap la cap și să le valorifice în specificul românesc.

Revista noastră își propune să fie activă pe această linie și, în acest sens, cititorii săi și în general publicul inginerese de specialitate având contingență cu energetica vor lua cunoștință de inițiativele pe care le avem în vedere.

Redactor-șef
Dr. ing. EUGENIU PAVEL

Posibilități de simplificare a unor modele de calcul al fiabilității schemelor tehnologice

Ing. MANFRED STEIN, ing. DAN ANASTASIU, *
prof. dr. ing. DUMITRU CEZAR IONESCU **

Selectarea celor mai adecvate metode și modele de calcul fiabilist în funcție de aspectele specifice ale fiecărei aplicații este o problemă dificilă și presupune găsirea compromisului optim dintre exactitatea și complexitatea metodei de calcul și precizia cerută pentru rezultate sau impusă de calitatea datelor de intrare disponibile.

Lucrarea prezintă cîteva puncte de vedere privind unele criterii pe baza cărora se poate face o selecție obiectivă a metodei optime.

Choosing the most adequate methods and models of reliability computation which depends on the specific aspects of each application is a difficult problem and presumes the identification of an optimum compromise between the exactitude and the complexity of the computation method and the accuracy required for the results or imposed by the quality of the available input data.

The paper randers a few opinions on some criteria which are the base for an objective selection of the best method.

Descriptori: fiabilitate, scheme tehnologice, modele de calcul

În vederea abordării problemelor specifice oricărui domeniu tehnic, au fost elaborate diverse metode și modele de calcul avînd diferite grade de precizie și complexitate. În general, utilizarea metodelor exacte este limitată datorită anumitor probleme legate de complexitatea modelului de calcul, de volumul mare de calcule necesare și de lipsa unor date de intrare.

În astfel de cazuri, cel interesat — analist proiectant etc. — este nevoit să apeleze la metode care admit anumite aproximații. Selectarea acestor metode se poate face fie pe baza unor recomandări sau normative, fie pe baza experienței personale.

Domeniile de aplicare în care pot fi utilizate asemenea metode se stabilesc pe baza cunoașterii unor metode exacte de calcul, considerate de referință, față de care apar diferențe între rezultate, urmărind ca aceste diferențe să fie admisibile. Exemple: calculele de scurtcircuit în rețelele de IT neglijează rezistențele ohmice, calculele căderilor de tensiune în rețelele de MT neglijează elementele transversale ale liniilor aeriene, chiar valoarea lui π se exprimă în marea majoritate a calculelor tehnice, numai cu două zecimale etc.

În condițiile actuale privind posibilitățile de calcul, volumul de calcule cerut de o anumită metodă nu este întotdeauna un argument hotărîtor, ci, mai ales, faptul că o exactitate mai mare decît cea oferită de metodele simple de calcul (aproximative) nu este, pur și simplu, necesară, sau că unele operații *premergătoare* utilizării calculatoarelor (și care nu pot fi incluse în programele de calcul) pot deveni foarte greoaie, dificile și expuse unor posibilități mari de a se greși.

* Institutul de Studii și Proiectări Energetice, București
** Universitatea Politehnică București

Totodată, cu cît o metodă de calcul este mai puțin complicată, cu atît este mai accesibilă și, deci, are șanse de a fi utilizată într-un cerc mai mare de specialiști și de aplicații. Problema care se cere a fi rezolvată constă, deci, în stabilirea domeniilor în care metodele ce admit aproximări ale rezultatelor, dar sînt considerabil mai simple, pot fi utilizate, precum și în găsirea unui compromis optim între exactitate și sfera de aplicație.

Astfel, se constată că, deși calculele statistico-probabiliste constituie un real suport pentru actul decizional în foarte multe domenii din energetică (concepție, exploatare, reabilitare sau retehnologizare, întreținere sau reparații), introducerea lor pe scară largă în aceste activități se face cu greutate, nu atît din cauza lipsei de încredere în posibilitățile metodelor respective, cît din cauza unor reticențe datorate complexității pe care o prezintă anumite metode și metodologii de calcul, chiar în condițiile lărgirii sferei de utilizare a mijloacelor moderne de calcul. După cum se va demonstra în cele ce urmează, nu întotdeauna utilizarea metodelor complexe, dar exacte, de calcul este necesară și justificată, putîndu-se admite, ca și în alte domenii ale tehnicii, unele ipoteze simplificatoare, destinate reducerii considerabile a complexității metodelor și modelelor utilizate, avînd în vedere avantajele deja menționate.

Considerații privind nivelul de dependență a elementelor dintr-o schemă tehnologică

Este cunoscut că nivelul de dependență între elementele unei scheme tehnologice este determinat de influențele exercitate asupra unui element dat de către stările în care se află, sau prin care trec, alte elemente ale unui același sistem tehnic. În acest sens, se pot deosebi sisteme compuse din elemente dependente sau independente, nivelul de dependență putînd fi diferit de la un sistem la altul.

Un exemplu concludent de elemente dependente este conexiunea logică „*serie*" între două elemente (fig. 1*a*), sau cazul unui cuplu logic de două elemente, dintre care unul este permanent în funcțiune (activ), celălalt fiind în stare de rezervă (pasiv) pe toată durata în care celălalt element este în stare de funcționare (fig. 1*b*).

În primul caz, dependența se exprimă prin faptul că elementul 1 (respectiv 2) nu se poate defecta cînd elementul 2 (respectiv 1) este în stare de defect, deoarece sistemul „serie" este scos din funcțiune atît în cazul și pe durata defectării elementului 1, cît și în cel al defectării elementului 2.

În al doilea caz, dependența constă în faptul că starea elementului de rezervă 2 (funcționare sau repaus) depinde de starea elementului activ 1. Deși ambele scheme conțin elemente dependente, nivelul de dependență este total diferit în cele două scheme.

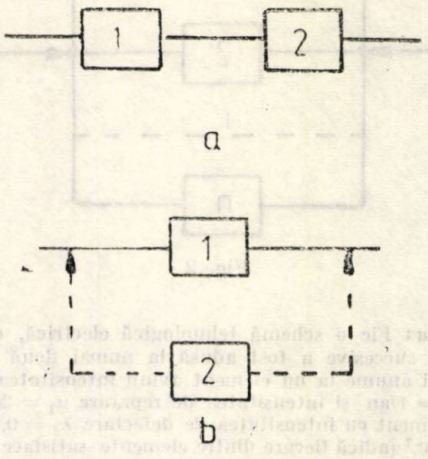


Fig. 1

Astfel, în schema din figura 1*a*, duratele medii — într-un interval (0, T) — în care unul dintre elemente (1 sau 2) este defect sînt, în general, egale și foarte mici în raport cu T ($t_{d1} \simeq t_{d2} \ll T$). Un exemplu caracteristic în acest sens este cel al schemelor tehnologice ale intalațiilor electrice, unde duratele medii de defect nu depășesc, în general, 1—2% din durata T.

În schema din figura 1 *b*, elementul 2 se găsește în starea de rezervă pasivă (nesolicitat și presupus nedefectabil în această stare) în majoritatea timpului T, întrucît durata cumulată de defect a elementului activ este, de asemenea, foarte redusă în raport cu T.

În concluzie, în schema 1 *a* dependența se manifestă pe o durată $\tau_a = 2 \times t_{d1}$, iar în schema 1 *b* pe o durată $\tau_b = T - t_{d2}$. Avînd în vedere că $T - t_{d1} \gg 2 \times t_{d1}$, dependența în cazul 1 *b* este mult mai puternică. Din acest motiv, se poate admite neglijarea dependenței dintre elemente în toate cazurile în care elementele prezintă o dependență slabă (ca în figura 1 *a*) și raportul $\lambda/\mu \leqslant 0{,}05$ (cazul tuturor echipamentelor electrice.

Consecința imediată a acestei ipoteze este posibilitatea modelării stărilor prin care trece, sau se găsește o schemă care conține, pe lîngă elemente independente, și elemente cu o dependență slabă, de tipul celei din figura 1 *a*, cu ajutorul metodei binomiale, ceea ce simplifică mult calculele.

Conexiunea tipică între elemente care formează un ansamblu de elemente independente, este schema de tip „*paralel*", reprezentată

în figura 2, în care toate elementele astfel conectate sînt solicitate în permanență, schema defectîndu-se la defectarea ultimului element din cuplu.

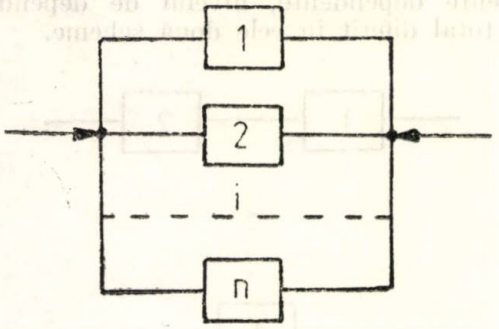


Fig. 2

Exemplu: Fie o schemă tehnologică electrică, care prin echivalări succesive a fost adusă la numai două elemente „serie", și anume la un element avînd intensitatea de avariere $\lambda_1 = 1/\text{an}$ și intensitatea de reparare $\mu_1 = 20\ \text{an}^{-1}$ și un alt element cu intensitatea de defectare $\lambda_2 = 0{,}5\ \text{an}^{-1}$ și $\mu = 10\ \text{an}^{-1}$ (adică fiecare dintre elemente satisface la limită condiția menționată, $\lambda/\mu \leqslant 0{,}05$).

Considerînd că elementele sînt **dependente** se va obține:

— intensitatea echivalentă de defectare a schemei:

$$\lambda_e = \lambda_1 + \lambda_2 = 1{,}5\ \text{an}^{-1};$$

— intensitatea echivalentă de reparare:

$$\mu_e = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\frac{\lambda_1}{\mu_1} + \frac{\lambda_2}{\mu_2}} = \frac{1{,}5}{0{,}05 + 0{,}05} = 15\ \text{an}^{-1};$$

Deci numărul mediu de defecte în $T = 1$ an:

$$M[\nu(1)] = p \cdot \lambda_e \cdot T = \frac{\mu_e}{\mu_e + \lambda_e} \cdot \lambda_e \cdot T = 1{,}364 \text{ defecte}$$

Durata medie a unui defect:

$$M[\beta(t)] = \frac{1}{\mu_e} = 0{,}0666 \cdot 8760 \text{ ore} = 584 \text{ ore/an};$$

— probabilitatea de succes (respectiv insucces):

$$p = \frac{\mu_e}{\mu_e + \lambda_e} = \frac{15}{16{,}5} = 0{,}909,\ q = 1 - p = 0{,}091.$$

Considerînd că elementele sînt **independente** și utilizînd legea binomială:

— probabilitatea de succes (respectiv de insucces):

$$p = p_1 \cdot p_2 = \frac{1}{\mu_1 + \lambda_1} \cdot \frac{\mu_2}{\mu_2 + \lambda_2} = 0{,}907;$$

— probabilitatea de insucces:

$$q = 1 - p = 0{,}093;$$

— numărul de defecte în $T = 1$ an:

$$M[\nu(1)] = p \cdot \lambda_e \cdot T = 0{,}907 \cdot 1{,}5 \cdot 1 = 1{,}36;$$

— durata medie a unui defect:

$$M[\beta(t)] = \frac{q \cdot T}{p_2[\nu(1)]} = 8760 \text{ ore} =$$

$$= \frac{0{,}043}{1{,}36} \cdot 8760 = 599 \text{ ore/an}.$$

Se remarcă deci, că și în condițiile **extreme** (limită) pentru care se permite considerarea elementelor echivalente slab dependente $\left(\text{adică } \frac{\lambda}{\mu} \leqslant 0{,}05^*\right)$ erorile de calcul sînt neglijabile. În cazul unor scheme concrete, aceste premise permit simplificări considerabile, deoarece prin calcularea probabilităților de stare cu utilizarea legii binomului se evită scrierea matricelor pentru stările în care evoluează sistemul și în consecință se elimină o parte însemnată și migăloasă a muncii necesare efectuării calculului, activitate care nu se pretează la utilizarea calculatorului decît în anumite cazuri particulare.

Totodată, trebuie remarcat și faptul că presupunerea independenței elementelor oferă rezultate acoperitoare, adică pesimiste, care în condițiile unor date de intrare insuficient de credibile reprezintă un avantaj.

Unele aspecte ale calculului indicatorilor de fiabilitate cu ajutorul schemelor logice

Se deosebesc două tipuri de scheme logice: schemele bloc, care se întocmesc în raport cu o stare de succes și schemele tip „arbore", care se întocmesc în raport cu o stare de defect.

Orice schemă tehnologică poate fi transpusă într-unul din aceste două tipuri de scheme. Problema care apare de obicei constă în faptul că, prin asemenea transpuneri, unul și același element poate să apară în mai multe cupluri sau locuri din schemă. Deci, dacă se echivalează pe rînd cuplurile componente ale schemei de calcul, în vederea reducerii acestora la forma finală, ignorînd această repetare, se introduc anumite erori de calcul.

Pentru evitarea lor există mai multe proceduri, dintre care se citează:

— analiza schemei cu ajutorul procedeului de scriere și rezolvare a sistemului matricial de stări și treceri între stări bazate pe utilizarea proceselor Markov în timp continuu;

— metoda decompoziției;

* Este știut că diferite elemente (echipamente) componente ale unor scheme electrice nu depășesc, în general un raport maxim:

$$\frac{\lambda}{\mu} = 0{,}002.$$

— metoda utilizării porților logice „r/s" (r din s);

— metoda schemelor bloc sau a arborilor de defectare cu transfigurări bazate pe utilizarea algebrei booleene în vederea eliminării repetărilor.

Problema care se pune, constă în aprecierea oportunității apelării la una dintre metodele exacte mai sus enumerate, ținîndu-se seama, pe de o parte, de valoarea erorii care se poate produce dacă calculul se efectuează ignorînd aspectele de dependență determinate de repetarea unor elemente din schema de calcul, iar pe de altă parte, de simplificările considerabile ale muncii anterioare utilizării programului de calcul.

Se vor expune, în cele ce urmează, unele considerații în această privință.

Pentru a se putea modela și aprecia eroarea de calcul introdusă prin admiterea repetării unui același element în mai multe „grupuri de defectare" sau „cut-set-uri"*, cum mai sînt numite, și care compun schema de calcul, se va analiza cazul elementelor în paralel cu o condiție de funcționare (succes) „r/s" (cel puțin „r" elemente în funcțiune din cele „s" elemente, care compun cuplul de elemente în paralel), care reprezintă un exemplu specific de repetare a unui același element în mai multe cupluri.

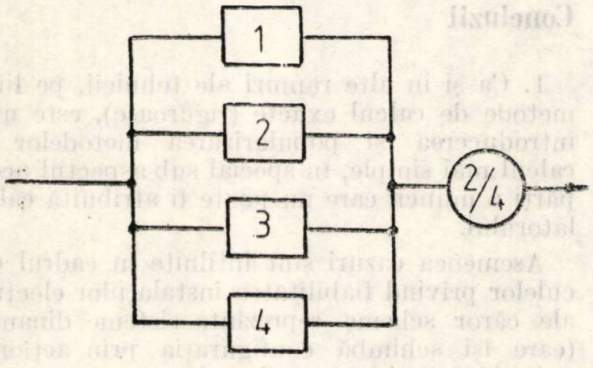


Fig. 3

Dată fiind marea varietate a schemelor tehnologice, care prin transpunerea într-o schemă logică de calcul ar determina repetarea unor elemente în diferite „cut-set-uri" (sau grupuri de tăieturi minimale), singura posibilitate de a scoate în evidență și de a generaliza efectul pe care îl are numărul de repetări, ca și structura grupurilor de elemente în care aceasta se produce, este cea sus-menționată, care se consideră suficient de revelatoare. Astfel, fie o schemă care funcționează după principiul „r/s" reprezentată în figura 3.

Dacă aceasta se transpune într-o schemă de calcul după principiul stabilirii „cut-set-urilor", se obține schema de calcul din figura 4 *a* pentru condiția 2/4, schema 4 *b* pentru condiția 3/4, schema 4 *c* pentru condiția 1/4 și schema 4 *d* pentru 4/4.

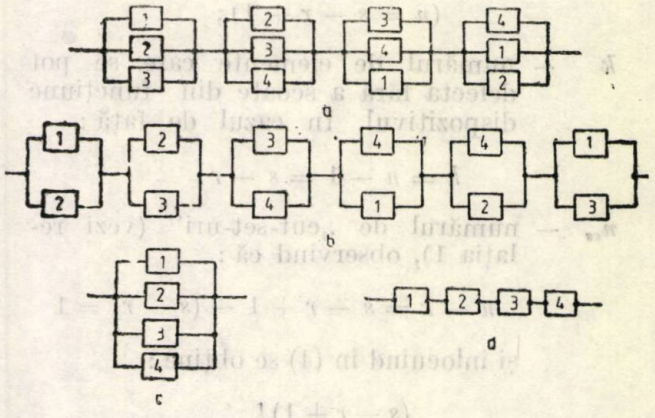


Fig. 4

Generalizînd aceste aspecte se poate deduce că numărul de „cut-set-uri" care rezultă în funcție de condiția r/s este:

$$n_{cs} = \frac{s!}{(s-r+1)!\,(r-1)!}. \qquad (1)$$

Numărul de elemente conținute într-un „cut-set" va fi:

$$n = s - r + 1, \qquad (2)$$

iar numărul de „cut-seturi" în care se întîlnește același element „i" va fi:

$$n_{es} = n_{cs}\frac{n}{s}. \qquad (2')$$

Expresia pentru determinarea absolut corectă a numărului mediu de defecte în intervalul $(0, T)$, pentru un dispozitiv compus din „s' elemente de același tip, funcționînd conform logicii „r/s", va fi (conform relațiilor pe baza legii binomiale, elementele fiind independente):

$$n_{d_2} = \frac{s!}{(s-r)r!}\,p^r \cdot q^{s-r} \cdot \lambda \cdot r \cdot T. \qquad (3)$$

* „Cut-set-ul" este un grup de elemente conectate de regulă în paralel, care reprezintă numărul (grupare) minim de elemente a căror defectare simultană conduce la starea de insucces urmărită. În românește se utilizează expresia mai lungă „secțiuni cu tăieturi minimale".

Expresia generală cu care se determină numărul mediu de defecte, în cazul cînd schema dispozitivului se descompune în „cut-set-uri' şi se ignoră repetarea unui aceluiaşi element în mai multe „cut-set-uri", va fi :

$$n_{d2} = \frac{n!}{(n-k)!\,k!}\, p^{n-k} \cdot q^{k} \cdot \lambda \cdot (n-k)T \cdot n_{cs}, \tag{4}$$

în care :

n este numărul de elemente care compun un „cut-set"

$$(n = s - r + 1);$$

k — numărul de elemente care se pot defecta fără a scoate din funcţiune dispozitivul. În cazul de faţă :

$$k = n - 1 = s - r;$$

n_{cs} — numărul de „cut-set-uri" (vezi relaţia 1), observînd că :

$$n - k = s - r + 1 - (s - r) = 1$$

şi înlocuind în (4) se obţine :

$$n_{d_2} = \frac{(s-r+1)!}{(s-r)!\cdot 1!}\, p \cdot q^{s-r} \cdot \lambda \cdot T \cdot \frac{s!}{(s-r+1)(r-1)!}$$

$$n_{d_2} = \frac{s' \cdot p \cdot q^{s-r}}{(s-r)!(r-1)!}\lambda \cdot T. \tag{5}$$

Astfel, eroarea relativă introdusă de metoda de calcul aproximativă, poate fi determinată cu relaţia :

$$\varepsilon = \frac{n_{d_1} - n_{d_2}}{n_{d_1}} = 1 - \frac{n_{d_2}}{n_{d_1}}; \tag{6}$$

înlocuind se obţine :

$$\varepsilon = 1\ \frac{r}{p^{r-1}} = 1 - \frac{\lambda + \mu^{r-1}}{\mu} =$$

$$= 1 - \left(1 + \frac{\lambda}{\mu}\right)^{r-1}. \tag{7}$$

Analizind relaţia (7) se observă următoarele :

— eroarea este întotdeauna negativă, deci, conform relaţiei (6), metoda aproximativă dă rezultate acoperitoare (pesimiste) ;

— eroarea creşte odată cu raportul λ/μ.

Dat fiind faptul că principala reticenţă privind transpunerea schemelor tehnologice în scheme logice de calcul (arbori de defectare sau diagrama-bloc) este determinată de apariţia unor erori introduse prin eventuala repetare a anumitor elemente în schema de calcul (care se produce la transpunerea directă), împiedicînd astfel utilizarea unui calcul simplu de echivalare directă a grupurilor de defectare, în acest material s-a arătat că :

— în condiţiile practice care se întîlnesc la modelarea schemelor electrice, adică în condiţiile unor rapoarte $\lambda/\mu \ll 1$ pentru elementele componente echivalente, erorile care se produc datorită repetării unor aceloraşi elemente în diferite cupluri, în ceea ce priveşte numărul mediu de defecte, sînt foarte mici, practic neglijabile şi, în orice caz, în sensul obţinerii unor valori pesimiste, deci acoperitoare.

(La asemenea concluzii au ajuns şi alţi autori şi instituţii specializate) ;

— posibilitatea transpunerii unor scheme complexe direct în grupuri de defectare (tăieturi minimale sau „cut-set-uri"), fără a avea în vedere eliminarea repetării elementelor în aceste grupuri, oferă avantaje însemnate în ceea ce priveşte lărgirea sferei de utilizare în practica analizelor statistico-probabilistice, metoda fiind foarte accesibilă şi intuitivă .

Concluzii

1. Ca şi în alte ramuri ale tehnicii, pe lîngă metode de calcul exacte (riguroase), este utilă introducerea şi popularizarea metodelor de calcul mai simple, în special sub aspectul acelei părţi a muncii care nu poate fi atribuită calculatorului.

Asemenea cazuri sînt întîlnite în cadrul calculelor privind fiabilitatea instalaţiilor electrice ale căror scheme reprezintă sisteme dinamice (care îşi schimbă configuraţia prin acţionări voite în funcţie de stările prin care trec).

Metodele bazate pe premise simplificatoare permit acordarea unei atenţii mărite problemelor de fond ale unei analize statistico-probabiliste, şi anume problemelor de transpunere corectă a schemelor tehnologice în scheme logice de calcul.

2. Dat fiind că asemenea metode introduc şi unele erori (diferenţe) în determinarea indicatorilor în raport cu metodele riguroase, este necesar ca, pe baza elaborării sau cunoaşterii unor metode exacte, să se poată determina erorile (diferenţele) care se produc, parametrii care le influenţează şi, pe această bază, să se poată determina corect domeniile în care utilizarea calculelor bazate pe metode mai simple poate fi recomandată.

3. Ca principiu general, este necesar a fi remarcat că nici o metodă nu trebuie să dea rezultate mai exacte decît cele ce pot fi așteptate de la precizia datelor de intrare cu care se operează.

4. Metoda de transpunere a schemelor tehnologice în scheme de calcul echivalente și principiile de calcul prezentate oferă o posibilitate mărită de trecere în sarcina calculatoarelor a logicii de transpunere a schemelor tehnologice analizate în scheme de calcul și, deci, atribuirii sistemelor de calcul automat a efortului de calcul practic în proporție de 100%.

Se menționează că în calculul numărului de defecte cu relațiile 3, 4 s-a admis (din motive de obținere a unor relații generalizabile) că într-o „serie" de cupluri acest număr este suma numărului de defecte al fiecărui cuplu din „serie". Această aproximație, care simplifică foarte mult calculul, este absolut admisibilă.

Astfel, în cazul cel *mai defavorabil* care se poate avea în vedere, și anume o serie compusă din cupluri formate numai dintr-un singur element (pentru care λ/μ este maxim), cu relațiile utilizate rezultă un număr de defecte:

$$n_d = p \cdot \lambda_c \cdot T \cdot n_e = \frac{\mu_c}{\lambda_c + \mu_c} \cdot \lambda_c \cdot T \cdot n_e, \qquad (1)$$

iar numărul absolut corect, ținînd seama de dependența între cuplurile (identice) unei serii:

$$n_{d_c} = p_s \cdot n_e \lambda_c \cdot T = \frac{\mu_c}{n_e \lambda_c + \mu_c} \cdot n_e \lambda_c \cdot T, \qquad (2)$$

în care:

p este probabilitatea de funcționare a unui cuplu din serie;

n_e — numărul de cupluri în serie;

p_s — probabilitatea de funcționare a seriei de cupluri;

λ_c, μ_c — intensitățile de defectare și de reparare ale unui cuplu.

Raportul între numărul mediu de defecte rezultat din cele două relații va fi:

$$\frac{n_e \lambda_c + \mu_c}{\lambda_c + \mu_c} = \frac{n_e \dfrac{\lambda_c}{\mu_c} + 1}{\dfrac{\lambda_c}{\mu_c} + 1}. \qquad (3)$$

ANEXĂ

Avînd în vedere că sistemul de calcul analizat nu se referă la serii compuse dintr-un singur element, ci din cel puțin două elemente, raportul $\frac{\lambda_c}{\mu_c} < 0{,}002$ *. În acest caz eroarea care se produce va fi:

$$\Sigma = \frac{n_{d_c} - n_d}{n_{d_c}} = 1 - \frac{n_d}{n_{d_c}} = 1 - \frac{n_e \dfrac{\lambda_c}{\mu_c} + 1}{\dfrac{\lambda_c}{\mu_c} + 1}, \qquad (4)$$

chiar pentru un număr de cupluri $n_e = 20$.

$$\Sigma < 1 - \frac{20 \cdot 0{,}002 + 1}{0{,}002 + 1} = 1 - \frac{1{,}2}{1{,}002} = 3{,}7\ \%.$$

Deci eroarea care se produce la calculul numărului mediu de defecte este foarte mică și absolut neglijabilă, dacă se are în vedere că acest număr este, pentru instalații energetice, cel mult egal cu cîteva defecte pe an.

* Notă. Valoarea pentru $\frac{\lambda_c}{\mu_c}$ s-a obținut pentru un cuplu din două elemente în paralel pe baza relației $\lambda_c = \frac{2\lambda^2}{2\lambda + \mu}$ și $\mu_c \cong 2$ considerînd $\frac{\lambda}{\mu}$ al unui element $< 0{,}05$.

(Primit la 9 februarie 1993, acceptat la 25 februare 1 993

Manifestări tehnico-științifice

În ziua de 7 aprilie a avut loc în Aula Magna a Academiei Române masa rotundă cu tema **Energia și confortul**, organizată de Comisia de Energetică a Academiei Române, din cadrul Secției de Științe a Academiei, de Societatea Română de Energetică — AGIR și Agenția Română de Conservare a Energiei. Organizarea acestei mese rotunde a rezultat din necesitatea de a analiza starea actuală a condițiilor de căldură, lumină, ambianță în locuințele și în locurile de muncă din țara noastră, precum și a stabili o strategie de acțiune în viitor pentru asigurarea unui confort corespunzător, luînd în considerare că această problemă are un caracter multidisciplinar, fiind necesar să participe constructori, arhitecți, energeticieni, medici.

În cadrul mesei rotunde s-au prezentat nouă referate de către specialiștii din diferite domenii, care au analizat diferite aspecte ale tensiunii abordate. În cadrul discuțiilor, care au urmat referatelor, s-au făcut recomandări și sugestii. În concluzie, s-a decis ca pe baza materialelor prezentate și a discuțiilor care au avut loc să se întocmească un raport care să fie înaintat unor organe de decizie.

La această masă rotundă au participat circa 70 de specialiști.

Prof. dr. ing. GLEB DRĂGAN
Membru corespondent al Academiei Române

Recircularea externă a gazelor de ardere — factor important în reducerea primară a oxizilor de azot (cu aplicații la combustibilii lichizi)

Prof. dr. ing. NICOLAE PĂNOIU, conf. dr. ing. LUCIAN MIHĂESCU, dr ing. TUDOR PRISECARU, ing. MĂLINA PRISECARU *

Lucrarea descrie mecanismul formării oxizilor de azot la arderea combustibililor lichizi, evidențiind metodele primare de reducere a acestora. Se prezintă mai detaliat influența recirculației externe a gazelor de ardere. Se dă o aplicație de calculul matematic al emisiei de oxizi de azot pentru cazanele de la CET București Vest, verificată experimental prin măsurători la aceste cazane. În final, rezultatele se compară cu restricțiile de poluare impuse.

The paper depicts the process of forming the nitric oxides after the combustion of liquid fuels and draws out the primary methods of their diminishing. Flue gases external recirculation influence is also detailed. A mathematic computation application for nitric oxides emission at West Bucharest Cogeneration Power Plant boilers, where this method was experimentally tested, is presented. Finally, the results are compared to the imposed pollution restriction data.

Descriptori : cazan, poluare, gaze de ardere

1. Reacțiile de formare a oxizilor de azot la arderea combustibililor lichizi

Gazele de ardere provenite din arderea combustibililor lichizi conțin circa 95 % din oxizii de azot sub formă de NO și numai 5 % sub formă de NO_2. La ieșirea din generatorul de abur (coșul de fum), NO se transformă rapid în NO_2.

Cantitatea de NO_x depinde de conținutul de azot din combustibilul lichid, de nivelul temperaturii la care se produce arderea, de concentrația oxigenului liber în zona de ardere (coeficientul de exces de aer), precum și de timpul de rezistență a gazelor de ardere în zona de temperatură înaltă.

Reducerea excesului de aer trebuie corelată cu evoluția procesului de ardere, căci altfel duce la apariția de oxid de carbon peste limitele admisibile. O soluție constă în utilizarea arderii substoechiometrice la arzătoare și completarea necesarului de aer cu aer suflat în alte zone, de aval, ale focarului. Această metodă trebuie să aibă în vedere existența unui timp suficient de ardere a oxidului de carbon de la arzătoare și pînă la finele focarului. În figura 1 se prezintă reducerea oxizilor de azot, pentru un combustibil lichid cu $N^t = 0{,}25\,\%$, la arderea substoechio metric ă.

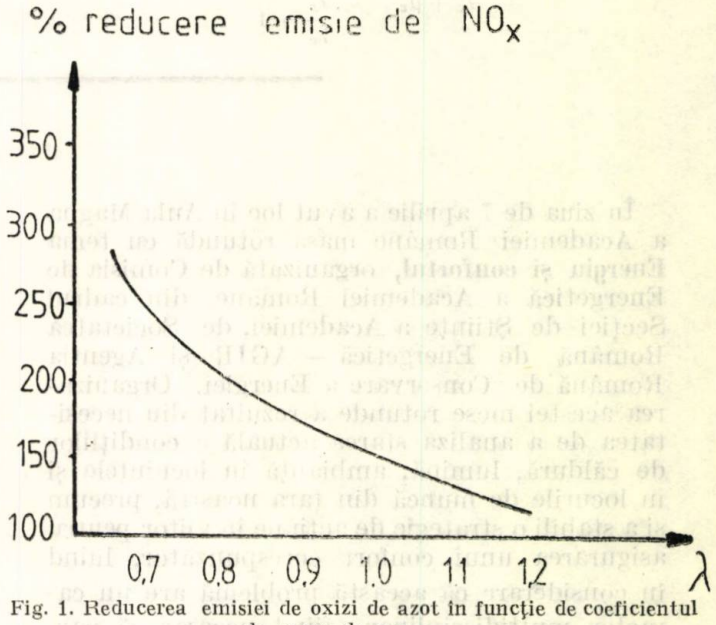


Fig. 1. Reducerea emisiei de oxizi de azot în funcție de coeficientul de exces de aer.

* Universitatea Politehnică București, Catedra „Echipament Termomecanic Clasic și Nuclear".

Reacţiile de formare a oxizilor de azot în comun cu formarea trioxidului de sulf sînt :

$$SO_2 + 2NO \rightleftharpoons SO_3 + N_2O$$

$$SO_2 + NO_2 \rightleftharpoons SO_3 + NO$$

$$SO_3 + NO \rightleftharpoons NOSO_3$$

$$SO_2 + NO_2 \rightleftharpoons NOSO_3$$

$$3NOSO_3 \rightleftharpoons N_2O_3(SO_3)_2 + SO_2 + NO$$

$$N_2O_3(SO_3)_2 + H_2O \rightleftharpoons 2NOSO_4H$$

iar în final, pentru a demonstra pericolul formării de acid sulfuric :

$$2NOSO_4H + H_2O \rightleftharpoons 2H_2SO_4 + N_2O_3$$

$$2NOSO_4H + SO_2 + H_2O \rightleftharpoons 3H_2SO_4 + 2NO.$$

Pentru formarea oxizilor de azot singulari, eacţiile chimice principale sînt :

$$O_2 \rightleftharpoons 2O$$

$$H_2 + O \rightleftharpoons NO + N$$

$$N + O_2 \rightleftharpoons NO + O$$

$$N_2 \rightleftharpoons 2N$$

$$NO \rightleftharpoons N + O$$

$$OH + N_2 \rightleftharpoons NO + NH$$

$$NH + O_2 \rightleftharpoons NO + OH.$$

Reacţiile sînt favorizate de flăcări turbionate, cu grad de turbionare peste $3(n \geqslant 3)$.

O metodă de reducere a oxizilor de azot, pe lîngă insuflarea de apă sau abur în focar, este recircularea gazelor de ardere. Arderea combustibililor lichizi în focare ciclon de exemplu, necesită atît o aerodinamică adecvată, cît şi un reglaj strict.

În figura 2 se prezintă influenţa recirculării gazelor de ardere (cu r s-a notat gradul de recirculare a gazelor arse) asupra dinamicii emisiei oxizilor de azot.

Relaţia de calcul dinamic propusă de Zeldovici pentru formarea oxizilor de azot este

$$\frac{dNO}{d\tau} = 1{,}07 \cdot 10^{13} \exp(-129000/RT) c_{N_2} \sqrt{c_{O_2}}, \quad (1)$$

care se înregistrează uşor, cunoscînd variaţia temperaturii în spaţiul de ardere, prin integrarea modelului de ardere prezentat anterior.

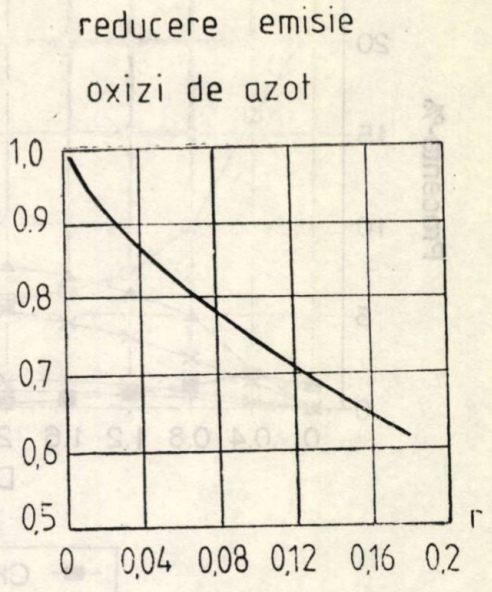


Fig. 2. Influenţa gradului de recirculare r asupra reducerii emisiei de oxizi de azot.

Pe baza modelului matematic s-au obţinut curbele prezentate în figura 3.

Temperatura maximă a zonei de ardere se calculează ţinînd seama de cedarea căldurii la ecrane, gradul de ardere a combustibilului şi influenţa recirculării gazelor de ardere cu relaţia :

$$T_{fl} = \beta_a T_a (1 - \psi)^{0{,}25} (1 - r^{1+nr}) m_c, \ [K] \quad (2)$$

în care : β_a cota de combustibil de ardere în porţiunea dintre ieşirea din arzător şi terminarea arderii intense la temperatură ridicată, la arderea gazelor şi păcurii $\beta_a = 0{,}97 - 0{,}99$; ψ coeficient de eficacitate termică a ecranelor în zona nucleului flăcării la absorbţia medie necesară a ecranelor considerată la limită superioară a zonei de ardere la 1,5 m deasupra rîndului superior de arzătoare ; r cota de gaze recirculate în zona de ardere ; n coeficient care ţine seama de posibilităţile de introducere a gazelor recirculate în focar : $n = 6{,}5$ la introducerea prin fante amplasate sub arzătoare ; $n = 5$, la introducerea prin canal inelar în jurul arzătorului, $n = 3$ la amestecarea gazelor recirculante cu aerul cald înaintea arăzătoarelor sau la intrarea între canalele central şi periferic al arzătoarelor ; m_c coeficient care ţine seama de tipul arzătorului, $m_c = 1$ la arzătoare de perete de tip turbionar, $m = 0{,}95(25/w_a)^{0.2}$ la arzătoare cu fante de perete în care w_a este viteza aerului la ieşirea din arzător în m/s

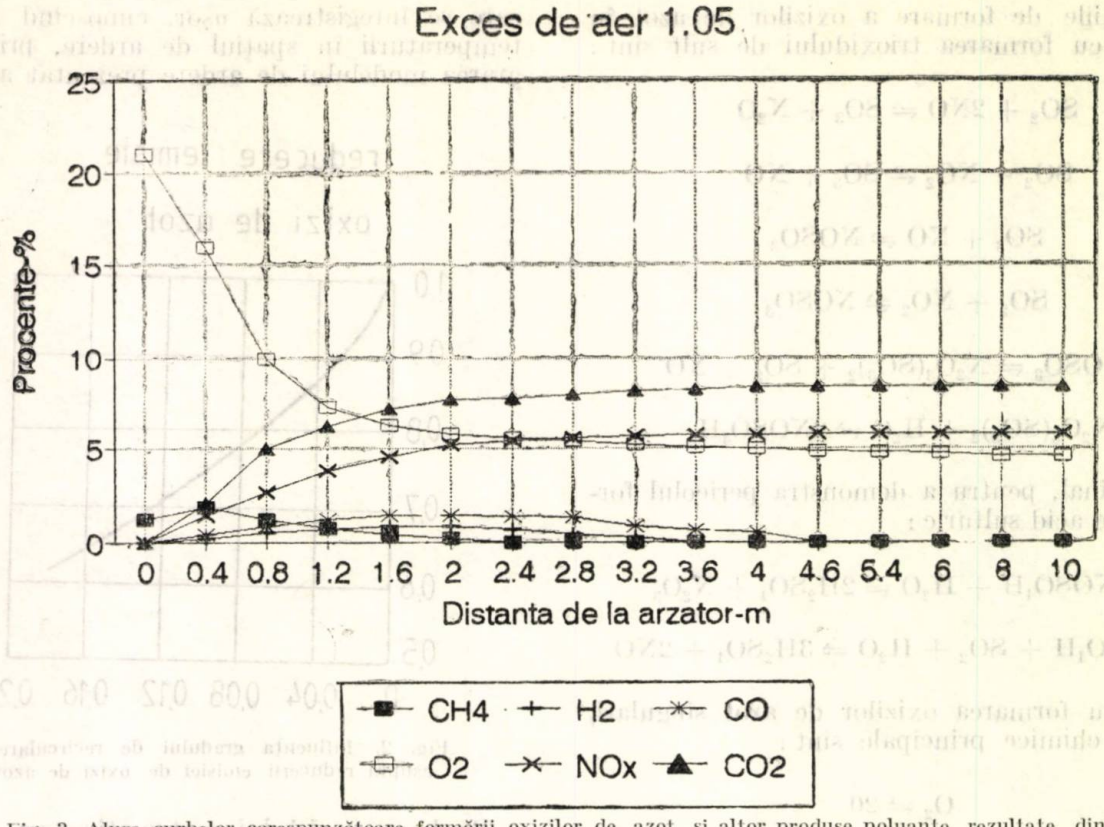


Fig. 3. Alura curbelor corespunzătoare formării oxizilor de azot şi altor produse poluante rezultate din arderea păcurii.

$m_c = 0{,}985$ la arzătoarele de podea cu admisie axial-tangenţială a aerului.

Timpul teoretic de atingere a concentraţiei de echilibru a oxidului de azot NO la temperatura de reacţie T_{f1} este dat de relaţia :

$$\tau_0 = 0{,}024\, e^{(54290/T_{f1} - 23)}. \text{ [s]} \qquad (3)$$

Timpul calculat pentru reacţia de formare a oxizilor de azot în focar este dat de relaţia :

$$\tau_r = \frac{\Delta T_r}{T_a - T_f}\left(\frac{q_s \pi}{300}\right)^{0,5}, \text{ [s]}, \qquad (4)$$

în care : ΔT_r intervalul de temperatură de reacţie activă de formare a oxizilor de azot în K, care depinde de evaluarea lui T_{f1} şi se determină din relaţia :

$$\Delta T_r = \frac{T_{f1}^2 \cdot 10^{-5}}{0{,}614 + T_{f1} \cdot 10^{-5}}, \text{ [K]}, \qquad (5)$$

q_s este încărcarea termică specifică a suprafeţei transversale a focarului, în MW/m^2 ; π — perimetrul pereţilor focarului (în cazul ecranelor biradiate se adaugă lăţimea dublă a acestora) ; T_f — temperatura absolută a gazelor de ardere la ieşirea din focar, în K ; τ_s — timpul de staţionare a gazelor de ardere în focar.

Concentraţia de oxizi de azot, care se formează ca urmare a reacţiilor chimice în zona nucleului flăcării, considerînd formarea oxidului de azot NO_2^t, se determină cu relaţia :

$$NO_2^t = 7{,}03 \cdot 10^3 C_{O_2}^{0,5} \cdot e^{10960/T_{f1}} \cdot \frac{\tau_r}{\tau_0}, \text{ [g/m}^3\text{]}, \qquad (6)$$

în care C_{O_2} este concentraţia de O_2 în exces în zona de reacţie,

$$C_{O_2} = \frac{0{,}21\, V_a^0[(\alpha_a - 1) + r(\alpha_r + \alpha_a)]\rho_{O_2}}{[V_{ga}^0 + (\alpha_a - 1)\, V_a^0](1 + r)}, \quad [\text{kg/m}^3] \qquad (7)$$

în care α_r este coeficientul de exces de aer în gazele recirculante ; α_a — coeficientul de exces de aer la arzător ; $\rho_{O_2} = 1{,}428$ kg/m³, densitatea oxigenului la presiunea atmosferică. În cazurile cînd valoarea lui $(\alpha_a - 1)$ este mai mică decît 0,02 se ia valoarea constantă egală cu 0,02.

Relaţiile de calcul la formarea oxizilor de azot din combustibil pentru două zone de temperatură au următoarele forme :

La temperaturi înalte $2100 > T_{f1} > 1850$ K ;

$$NO_2^c = (0{,}40 - 0{,}1 N^t) N^t \left(\frac{\alpha_a + r}{1 + r}\right)^2 \times \left(\frac{2100 - T_{f1}}{125}\right)^{0,33}, \text{ [g/m}^3\text{]}, \qquad (8)$$

La valori ale temperaturii $1850 > T_{f1} > 800K$

$$NO_2^c = 1{,}25(0{,}040 - 0{,}1N^t)N^t\left(\frac{\alpha_a + r}{1 + r}\right)\times$$

$$\times\left(\frac{T_{f1} - 300}{1\,000}\right)^{0{,}33}, \ [g/m^3]. \qquad (9)$$

Relaţiile de calcul iau în considerare în acelaşi timp şi formarea oxizilor de azot rapizi.

În concluzie, concentraţia maximă de oxizi de azot la debitul nominal al cazanului se calculează cu relaţia :

$$NO_2 = NO_2^t + NO_2^c, \ [g/m^3]. \qquad (10)$$

La diverse debite parţiale ale cazanului cantitatea totală de oxizi de azot se determină cu relaţia :

$$NO_2 = NO_2^t(D/D_n) + NO_2^c(D/D_n)^{0{,}5}, [g/m^3], \qquad (11)$$

în care D debitul parţial şi D_n debitul nominal.

La trecerea la arderea în două trepte (nestoechiometrică) a combustibilului, calculul temperaturii maxime a flăcării T_{f1} se face pentru zona inferioară (prima zonă) de ardere a combustibilului. Coeficientul de exces de aer în arzătoare în prima zonă se determină cu relaţia :

$$\alpha'_a = \frac{\alpha_f - 0{,}5 \cdot \Delta\alpha_f - \beta_{II}}{B_1} \qquad (12)$$

în care : β_{II} este cota de aer care intră în treapta II-a de ardere ; iar $B_1 = B_1/B$ cota de combustibil care intră în zona I.

Coeficientul de exces de aer la arzătoare în zona a II-a de ardere :

$$\alpha''_a = \beta_{II} + 0{,}5 \cdot \Delta\alpha_f. \qquad (13)$$

Cota de combustibil care arde în prima zonă se determină prin cantitatea de aer raportată la prima zonă cu luarea în condiderare a inevitabilei arderi incomplete :

$$\beta'_a = 0{,}95\alpha'_a. \qquad (14)$$

Calculul temperaturii T_{f1} se face pentru valoarea lui β'_a. Temperatura adiabatică de ardere se calculează pentru coeficientul de exces de aer total la ieşirea din partea superioară a zonei de ardere, indiferent de organizarea arderii în trepte.

2. Principiul recirculării externe a gazelor de ardere la focar

Recircularea externă a gazelor de ardere poate fi realizată tehnic în două moduri : cu introducerea gazelor de ardere recirculate în zona arzătoarelor (varianta I) sau cu introducerea acestora în zona finală a focarului (varianta II) (fig. 4).

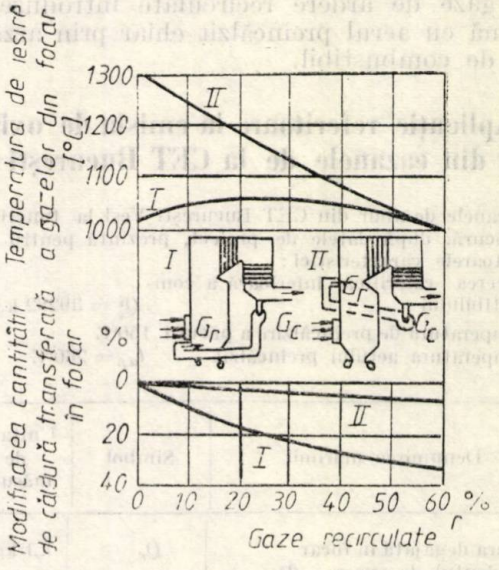


Fig. 4. Modul de realizare a recirculării externe a gazelor de ardere şi influenţa acesteia asupra temperaturii gazelor arse la ieşirea din focar şi respectiv asupra căldurii cedate prin radiaţie în focar.

Gradul de recirculare a gazelor de ardere este definit de relaţia :

$$r = \frac{G_r}{G_c} = \frac{V_r}{V_c}, \qquad (15)$$

în care G_r, respectiv V_r, este cantitatea de gaze de ardere recirculate, iar G_c şi respectiv V_c, cantitatea de gaze de ardere date de coşul cazanului. În conformitate cu datele din literatura de specialitate, varianta I de recirculare duce la o variaţie redusă a temperaturii gazelor de ardere la sfîrşitul focarului, dar cu o variaţie importantă a căldurii cedate prin radiaţie. La construcţia cazanelor folosirea acestei metode ar putea evita sau cel puţin ar putea reduce suprafaţa supraîncălzitoarelor de radiaţie, mai scumpe faţă de supraîncălzitoarele de convecţie.

Pe de altă parte, varianta II duce la o sensibilă reducere a temperaturii gazelor de ardere la sfîrşitul focarului (după introducerea gazelor

de ardere recirculate), cu o influență foarte slabă asupra mecanismului de transfer de căldură prin radiație în focar.

Dacă se analizează în continuare influența recirculării externe a gazelor de ardere asupra formării oxizilor de azot este de luat în considerare recircularea gazelor de ardere de tipul I, recircularea de tipul II avînd practic o influență neînsemnată.

În cazul schemei I se vor analiza comparativ soluțiile cu introducerea gazelor de ardere prin fante amplasate sub arzătoarele de combustibil sau gaze de ardere recirculate introduse împreună cu aerul preîncălzit chiar prin arzătoarele de combustibil.

3. Aplicație referitoare la emisia de oxizi de azot din cazanele de la CET București Vest

Cazanele de abur din CET București Vest la funcționarea cu păcură, după datele de proiect, prezintă pentru ardere următoarele caracteristici:

Puterea calorifică inferioară a combustibilului $Q_i^i = 39292$ kJ/kg

Temperatura de preîncălzire a păcurii 150°C

Temperatura aerului preîncălzit $t_{ap} = 260$°C

Coeficientul de exces de aer la sfîrșitul focarului $\alpha_f = 1{,}05$

Creșterea coeficientului de exces de aer în focar $\Delta\alpha_f = 0{,}05$

Volumul teoretic de aer necesar arderii $V_a^0 = 10$ m³*/kg

Volumul teoretic de gaze de ardere $V_{ga}^0 = 10{,}719$ m³*/kg

Temperatura gazelor de ardere la sfîrșitul focarului $T_f = 1193$°C

Încărcătura termică specifică a secțiunii transversale a focarului $q_a = 4{,}38$ MW/m²

Încărcarea termică specifică a volumului focarului $q_v = 0{,}142$ MW/m³

Coeficientul de exces de aer la evacuare $\alpha_{ev} = 1{,}35$

Conținutul de azot din combustibil $N^i = 0{,}3\%$

Conținutul de sulf combustibil din combustibil $S_c^i = 3{,}9\%$

Temperatura gazelor de ardere recirculate 300°C

În prezent la cazane nu se utilizează recirculația gazelor de ardere. Ea a fost luată în considerare ca soluție de reducere a emisiei de oxizi de azot.

În continuare, pe baza relațiilor prezentate anterior, a fost calculată emisia de oxizi de azot. Rezultatele calculelor sînt centralizate în tabelul 1.

Tabelul 1

Denumirea mărimii	Simbol	Unitate de măsură	Fără recirculare	Valoarea numerică a mărimii cu recirculare			
				în arzătoare		sub arzătoare	
				$r = 0{,}05$	$r = 0{,}15$	$r = 0{,}05$	$r = 0{,}15$
Căldura degajată în focar	Q_c	kJ/kg	42750	43018	43435	43018	43485
Coeficientul de exces de aer în zona arderii	α_a	—	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Temperatura adiabatică	T_a	K	2557	2481	2357	2481	2357
Coeficientul de eficacitate a ecranării	ψ	—	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
Temperatura maximă în zona de ardere	T_{f1}	K	2085	1958	1799	1984	1876
Timpul teoretic de atingere a concentrației de echilibru a NO	τ_0	s	0,50	2,73	30,53	1,85	8,95
Timpul calculat pentru reacția de formare a NO_x	τ_r	s	0,128	0,123	0,113	0,127	0,122
Intervalul de temperatură al reacției	ΔT_r	°C	67,66	60,39	51,20	62,10	55,62
Timpul de staționare a gazelor de ardere în focar	τ_s	s	2, 64	2,64	2,51	2,62	2,49
Temperatura medie de calcul a gazelor de ardere	$\overline{T}_{ga}$	K	1850	1760	1667	1779	1705
Concentrația de oxigen în exces în zona de reacție	C_{O_2}	kg/m³	0,0068	0,037	0,091	0,037	0,091
Concentrația de oxizi de azot termici	$N_{O_2}^t$	g/m³	0,824	0,241	0,019	0,394	0,090
Concentrația de oxizi de azot din combustibili	NO_2^c	g/m³	0,059	0,121	0,115	0,113	0,140
Concentrația totală de oxizi de azot	NO_x	g/m³	0,862	0,362	0,134	0,507	0,230
Concentrația relativă față de funcționarea fără recirculare	NO_x	%	100	42	15,5	58,8	26,7
Concentrația totală de oxizi de azot la debitul parțial de abur de 400t/h	NO_x	g/m³	0,681	0,289	0,1144	0,397	0,1895

* m³ în condiții normale de presiune și temperatură

Din analiza rezultatelor obținute în tabelul 1 se constată că recircularea externă a gazelor de ardere aduce o reducere sensibilă a concentrației oxizilor de azot de la 0,862 g/m³ la funcționarea cazanului fără recirculare la 0,307 și respectiv 0,230 g/m³ la un grad de recirculare $r = 0,05$ și respectiv $r = 0,15$ la introducerea gazelor de ardere recirculate în fante situate sub arzătoare și respectiv la 0,362 și 0,134 g/m³ la același grad de recirculare cu introducerea gazelor de ardere recirculate în aerul necesar arderii.

Ca urmare, se recomandă introducerea gazelor de ardere în aerul secundar al arzătoarelor ca soluție constructivă cu cele mai mari posibilități de reducere a NO_x-ului.

Măsurătorile efectuate de către ICEMENERG la aceste cazane, pentru actuala situație de funcționare fără recirculare de gaze de ardere, pentru sarcina de 400 t/h, au arătat o emisie de 0,545 g/m³, foarte apropiată de cea calculată. Se confirmă astfel precizia sistemului de calcul, și indirect valorile reduse de poluare pentru cazul utilizării recirculației de gaze de ardere

(Primit la 22 martie 1993, acceptat la 17 mai 1993

Din energetica mondială

PERSPECTIVELE PÎNĂ ÎN ANUL 2000 ALE ENERGIEI ELECTRICE ÎN ITALIA, ÎN CONDIȚIILE PRIVATIZĂRII ACESTEIA

Din luna iulie 1992 ENEL, Regia Națională de Energie Electrică a Italiei, s-a transformat în societate pe acțiuni, care au fost puse la dispoziția publicului prin Ministerul de Finanțe. Decizia guvernului a fost motivată prin necesitatea de a reduce deficitul economic național, în același timp cu încadrarea în condițiile impuse de Comunitatea Europeană privind extinderea comerțului liber în toate sectoarele economice. De asemenea, s-a căutat atragerea capitalului existent în țară prin participarea populației la investiții productive. În sfîrșit, s-a dorit și o revigorare a activității Bursei și implicit a economiei naționale.

Obiectivele noii societăți pe acțiuni ENEL, cerute de dezvoltarea economică a țării, respectiv de construirea unor noi unități de producție de energie electrică, necesitatea unei garanții maxime a furnizării energiei, adaptarea adecvată la exigențele protejării mediului au condus la concluzia menținerii nemodificate a structurii organizatorice existente: de direcții centrale și opt mari compartimente teritoriale. S-a considerat necesar, ca o primă datorie, să se păstreze ceea ce a fost realizat cu destul efort și în noul context să se dea o atenție mai mare evoluțiilor economice corelate cu activitățile specifice sectorului electric, țintind spre un serviciu de calitate maximă.

În acest spirit noua societate pe acțiuni și-a determinat perspectivele pentru anul 2000.

Preferința pentru utilizarea energiei electrice este în continuă creștere. Gradul de „preferință a energiei electrice" față de totalul formelor de energie utilizate reprezintă și un indicator al dezvoltării economico-industriale. În Italia acest indice este de 33% față de 46% media țărilor din Comnitatea Europeană: Franța atinge 39%, în timp ce SUA 37%, iar Japonia 40%. Consumul pe cap de locuitor în țările Europei Comunitare este de 1,3—1,6 ori mai mare, iar în SUA de 3 ori mai mare decît în Italia.

Aceste date, corelate și cu dezvoltarea industrială a Italiei, sînt semnele unei cereri din ce în ce mai mari de energie electrică în viitor. ENEL, înființată în 1962 ca regie națională, asigură astăzi 82% din cererea de energie electrică, avînd o putere disponibilă de peste 45000 MW și o producție de 182 GWh/an, din care 81% termo și 19% hidroelectrică, distribuită printr-o rețea care cuprinde 11000 km linii de 220 kV și 8400 km de 380 kV. Creșterea medie anuală de energie electrică a reprezentat circa 5,66 GWh/an. Consumul anual reprezintă 2% iluminat, 23,9% casnic, 70% industrie, comerț, agricultură și 4,1% export. Energia vîndută pe cap de salariat a crescut de la 0,65 MWh în 1962 la 1,77 MWh, iar numărul de abonați de la 192 la 250. Consumul mediu anual pe abonat este de 4000 kWh/an, variind între 2000—7000 kWh/an din sudul în nordul Italiei. Gradul de electrificare a atins 99,7%. În cei 30 de ani de activitate costul energiei electrice a fost redus cu 40%, a fost investit un total de circa 200 000 miliarde de lire, reprezentînd un procent de 10% din totalul investițiilor pe țară. Consumul mediu de combustibil în centralele termoelectrice a ajuns la 8,8MJ/ /kWh (2100 kcal/kWh). Astăzi ENEL are 109 000 salariați și realizează încasări de circa 30 000 miliarde lire (circa 20 miliarde dolari) pe an.

Producția electrică actuală este bazată pe combustibili fosili, din care combustibilul lichid reprezintă peste 60%, iar cel solid 20%. Producția hidroelectrică și-a redus sensibil cota de participare cu tot programul de valorificare a noi surse. Sursele geotermice sînt marginale, iar din anul 1987 s-a sistat producția electronucleară. Pentru Italia, extrem de săracă în surse naționale, circa 60% din combustibil se importă; rezultă o puternică dependență de surse de aprovizionare externe. Imposibilitatea reducerii reale a acestei dependențe face ca atenția principală să fie concentrată pe micșorarea vulnerabilității ei.

(continuare în pag. 168)

Aportul ISPE la proiectarea unor obiective cu caracter nuclear în România

Ing NICOLAE GROSU, ing. PAUL EMIL RAȘCU*

Autorii prezintă principalele activități de proiectare efectuate în domeniul nuclear în cadrul Institutului de Studii și Proiectări Energetice — ISPE în vederea punerii la dispoziția cercetătorilor a unor laboratoare de specialitate, acceleratoare de particule, reactoare nucleare de cercetare. Pentru energeticieni au fost proiectate reactoare nucleare energetice, inclusiv ansamblul instalațiilor componente ale centralelor nuclearoelectrice, marcînd prin aceasta și etapele de dezvoltare a acestor activități desfășurate în România după Conferința de la Geneva din 1955 sub deviza Atome for Peace.

The authors present the main activities of designing in the nuclear field, performed within the Institute of Power Studies and Design-ISPE, in order to plane several speciality laboratories at the researcher disposal: particle accelerators, researching nuclear reactors. For energy especialists they designed power reactors, stations, the assembly of the equipment component parts included. The development stages of these activities initiated in Romenia after the Conference in Geneva, 1955, having the motto „Atome for Peace" are shown out.

Descriptori: accelerator de particule, reactor nuclear de cercetare, centrală nuclearoelectrică, proiectare, ISPE

1. Considerații introductive

După terminarea celui de al 2-lea război mondial, care a semnalat omenirii într-un mod cît se poate de nepotrivit, prin exploziile de la Hiroșima și Nagasaki, uriașa energie zăgăzuită în structura atomului, a urmat o cursă acerbă, susținută de mari investiții și de o intensă activitate de spionaj, pentru dezvoltarea monopolului nuclear, cursă dovedită fără sens întrucît nici o cucerire a științei nu a putut fi întemnițată mult timp între zidurile secretomaniei.

Cu acceptarea, în cele din urmă, de către marile puteri a faptului că stările de război constituie scurte interludii între stările de pace, s-au apreciat în sfîrșit șansele de utilizare pașnică a energiei atomice, cea mai importantă descoperire energetică apărută în pragul mileniului trei.

După lansarea în cadrul Națiunilor Unite în decembrie 1953 a acțiunii „Atoms for Peace" a urmat în iulie 1955 prima „Conferință de la Geneva pentru aplicațiile pașnice ale energiei atomice", urmată de o nouă cursă a marilor puteri, lansată de altfel cu multă prudență, prin publicarea rezultatelor numeroaselor cercetări obținute în acest domeniu.

România a încheiat în vara anului 1955 un contract cu URSS pentru furnizarea documentațiilor, materialelor și dotărilor speciale pentru un reactor de cercetare și un accelerator de particule de tipul ciclotron. Din această perioadă activitățile nucleare capătă în România o mai mare dezvoltare.

* Institutul de Studii și Proiectări Energetice

2. Extinderea Institutului de Fizică Atomică București — Măgurele

2.1. Probleme organizatorice

Dezmeticiți din surprinza creată de această ofertă, conducerea IFA, dîndu-și seama că era cazul unei angajări într-o lucrare mult mai concretă, s-a adresat ISPE pentru a gira proiectele tehnologice întocmite în URSS și a elabora proiectele specialităților complementare necesare, de construcție, de instalații, ventilații, răcire ș.a.

Pentru ISPE această alegere a reprezentat un succes de prestigiu, de care s-a achitat cu pricepere și conștiinciozitate, asigurînd calea spre abordarea viitoare a unor noi colaborări în domeniul nuclear.

Sarcina odată preluată, a luat ființă în cadrul ISPE, în trim. III al anului 1955, un colectiv complex de proiectare compus din circa 60 persoane, cunoscut sub denumirea de „Secția de proiectare nr. 5" și care potrivit obiceiului timpului era învăluită secret. Prevăzută cu cadre organizatorice și tehnice de un real talent și valoare, Secția 5 s-a transferat în scurt timp „cu arme și bagaje" în pavilioanele de la IFA Măgurele, beneficiarul lucrării, unde, asimilînd proiectele primite din URSS, Leningrad, Moscova și de pe șantierul de la IFA deschis încă din anul 1955, s-au și început lucrările respective.

Secția 5 ca formație de proiectare, a continuat să fiinteze la IFA, extinzîndu-se obiectivele de proiectare în afară de așa-zisul „grup 1" — incinta reactorului de cercetări, a ciclotronului și ulterior a laboratorului de radiochimie cu anexele funcționale respective și în incinta propriu-zisă a I.F. Atomică cu alte laboratoare și dependințe și chiar și la IFA Cluj cu un pavilion pentru lucrul cu izotopi. Sub această formă Secția 5 a activat în pavilioanele de la IFA pînă în anul 1958, cînd după o mutare intermediară de scurtă durată a revenit la ISPE dezagregîndu-se între celelalte secții de proiectare existente, ca urmare a încheierii activității de proiectare nucleară propriu-zisă. Ultimele lucrări de la IFA, terminarea laboratoarelor de radiochimie, pavilionul de Medicină Nucleară și clădirea viitorului Comitet de Stat pentru Energie Nucleară (CSEN) fiind preluate atît ca proiectare, cît și ca execuție de ISPE și de Trustul de Construcții Carpați.

2.2. Obiective proiectate

Amplasamentul obiectivelor contractate cu URSS a fost hotărît de conducerea I.F.A., pe un teren dreptunghiular cu o lungime de circa 500 m situat la o oarecare distanță pe stînga șoselei dintre București și comuna Măgurele și adiacent căii ferate de centură a capitalei. Drept capăt de perspectivă a fost aleasă clădirea mai reprezentativă a reactorului atomic, în apropiere aflîndu-se dependințele necesare, coșul și centrala de ventilație, centrala termică, turnul de răcire și pompele apei de răcire etc. în lungul magistralei de acces fiind situată pe partea dreaptă clădirea ciclotronului și pe partea stîngă clădirea laboratoarelor de radiochimie.

Reactorul atomic de cercetare cu neutroni termici, cu o putere de 2 MW, crescută ulterior la inițiativa părții române la 3 MW, conține o cantitate de combustibil de 4,5 kg de U_{235} îmbogățit în proporție de 10%. Reactorul utilizează apa obișnuită ca moderator și ca agent de răcire în două circuite primar și secundar. Căldura rezultată nu este utilizată pentru producerea de energie electrică, ci este cedată în atmosferă printr-un turn de răcire [1].

Clădirea reactorului în formă de T are corpul din față cu patru niveluri, prevăzut cu diverse laboratoare și încăperi anexe, inclusiv o cameră de comandă și supraveghere a tuturor instalațiilor. În spatele acestui corp de clădire se află hala reactorului în care acesta, cu o formă practic cilindrică, este înconjurat cu ziduri de protecție de beton cu grosimi pînă la 2,5 m și în anumite zone în amestec cu limonită și incluziuni de fier, ajungînd pînă la o densitate de 4,2 t/m^3. Sub zona activă a reactorului se găsesc o serie de „laboratoare fierbinți„ dotate cu utilaje speciale de manipulare, prelucrare și ambalare în containere, în vederea transportului probelor iradiate la alte laboratoare de cercetare.

Reactorul atomic este dotat cu nouă canale de lucru plus așa-numitul canal cu coloana termică mobilă, dispuse radial în blocul de beton al reactorului în vederea efectuării de experimente. Reactorul prevăzut cu un flux puternic de neutroni este utilizat la experiențe din domeniul fizicii nucleare, în biologie, radiochimie și poate produce izotopi radioactivi.

Ciclotronul este un accelerator de particule grele pînă la energii de ordinul $4 \cdot 10^{-12}$ J (25 MeV) pentru particulele α și $2 \cdot 10^{-12}$ J (12,5 MeV) pentru protoni. El este compus dintr-un puternic electromagnet avînd greutatea de 120 t și diametrul polilor de 1200 mm în întrefierul căruia este dispusă, într-un vid înaintat, camera de accelerare formată din două jumătăți de cilindru aplatisate, secționate după un plan diametral, numite duanți, racordate la un generator de înaltă frecvență cu puterea de 120 kW. În interiorul acestor duanți are loc producerea și accelerarea sub o tensiune alternativă de 120—150 kV a particulelor grele care parcurg o traiectorie în

formă de spirală. În faza finală aceste particule, care au acumulat o mare energie, sînt deviate și se ciocnesc de o țintă situată la o distanță reglabilă [1]. Cîmpul magnetic constant și de mare intensitate, folosește la curbarea traiectoriei particulelor, în timp ce accelerarea particulelor se face într-un cîmp electric de înaltă frecvență.

Clădirea ciclotronului realizată pe două niveluri dispune, pe lîngă hala electromagnetului și a camerei de reacție înconjurate de ziduri groase de protecție străbătute de uși grele umplute cu apă, de o cameră de comandă, de diverse laboratoare și încăperi pentru pompele de dispersie pentru vid înaintat, pentru instalația de înaltă frecvență etc.

Ciclotronul prevăzut cu flux continuu de particule accelerate este folosit pentru studierea interacțiunii particulelor cu energii mici și pentru prepararea unor izotopi radioactivi care nu se pot produce în reactorul de cercetări.

Lucările la reactorul de cercetare au fost terminate la numai 1,5 ani de la deschiderea șantierului, el fiind pus în funcțiune la data de 31 iulie 1957, iar ciclotronul la 16 ianuarie 1958. Prin aceasta, România devenea prima dintre țările satelit ale URSS care punea astfel de instalații în funcțiune și în același timp era a zecea țară din lume care dispunea, la vremea respectivă, de astfel de instalații de cercetare.

Odată aceste lucrări terminate, colectivul Secției 5 din ISPE a mai preluat proiectarea și a altor laboratoare de cercetări de la Institutul de Fizică Atomică — IFA, ca: pavilionul de raze cosmice, acceleratorul Van de Graaff, acceleratorul liniar, sala de conferințe, locuințe și altele, dar aceste lucrări nemaiavînd un caracter tehnologic și-au pierdut interesul pentru ISPE, ele rămînînd cu profilul de construcții, arhitectură și utilități, utilajul tehnologic propriu-zis urmînd a fi pus la punct și montat chiar de cercetătorii IFA.

2.3. Rezultate obținute

La alegerea ISPE ca proiectant al extinderii IFA s-a ținut desigur seama de faptul că, deși la o scară mai mică, reactorul de cercetări de 2 MW_t necesita o serie de subansambluri similare centralelor electrice clasice, ca: circuite de răcire, pompe de circulație, turn de răcire, schimbătoare de căldură, alimentări cu energie electrică, coș de ventilație, camera de comandă și altele, în afară de lucrările uzuale de construcții, arhitectură, instalații aferente, canalizări și drumuri, domenii în care ISPE avea o mare experiență de proiectare.

În vederea îndeplinirii acestor sarcini a fost înființat un colectiv de proiectare complex, fără alte sarcini, avînd cadre de elită și aproape independent de celelalte compartimente de proiectare (dispunînd de desenatori, heliograf, dactilografe și consiliu propriu de avizare). Îndeplinirea obligațiilor de serviciu a necesitat organizarea unor cursuri intensive în domeniul nuclear, a unor cursuri de școlarizare în domeniul radiațiilor și radioizotopilor etc. În acest fel ISPE a fost prima unitate de proiectare care a avut tehnicieni ce au putut aborda cu competență noile probleme cu specific nuclear. Acești specialiști au analizat și au asimilat proiectele inițiale venite din URSS, aducîndu-le numeroase îmbunătățiri, care au fost preluate și de partea sovietică, care le-a transmis în acest fel celorlalte țări.

Cel mai mare cîștig al acestei prime etape a fost familiarizarea cu valorile specifice domeniului nuclear a unor proiectanți din ISPE, care s-au și manifestat în literatura de specialitate din țară prin abordarea unor probleme ce anunțau confruntarea cu problemele energeticii nucleare în următorii ani în România [2, 3, 4].

3. Înființarea Institutului de Tehnologii Nucleare — ITN la Colibași Argeș *

3.1. Probleme organizatorice

Perioada anilor 1960—1970 s-a caracterizat printr-o industrializare exagerată a țării, ceea ce avea să se reflecte și în consumul de energie electrică care a ajuns să se dubleze la fiecare 5 ani. Această spectaculoasă evoluție a determinat apariția primelor îngrijorări față de rezervele limitate de combustibili clasici, știind că o mare parte a acestora, hidrocarburile, urma să fie folosită în industria chimică. În această situație s-a produs treptat o orientare spre utilizarea energiei nucleare în România, care susținută de tehnicieni, îmbrățișată de propaganda noastră internă, a reușit să nu creeze la noi, ca în alte țări, un curent de opinie potrivnic construirii de centrale nucleroelectrice.

Pentru coordonarea activităților în acest domeniu a fost înființat în ianuarie 1970 Comitetul de Stat pentru Energie Nucleară (CSEN), format din specialiști în domeniul fizicii atomice și energeticieni cooptați de la Ministerul Energiei Electrice. Sub îndrumarea acestui colectiv, aflat într-o totală dependență de conducerea țării, s-au efectuat primele analize, mai mult sau mai puțin aprofundate, pentru determinarea filierei viitoarelor reactoare ale centralelor nucleroelectrice ce urmau

* Denumiri ulterioare: IRNE și ICN

să se construiască în țară. În urma acestor analize s-a hotărît ca reactoarele folosite în țara noastră să fie PHWR, utilizînd combustibil uraniu natural, moderator apă grea, agent de răcire apă grea, filieră realizată industrial numai într-o singură țară — Canada, care prezenta avantajul că nu producea o dependență a țării de marile puteri (SUA și URSS) pentru îmbogățirea combustibilului nuclear. Reactoarele PHWR aveau și avantajul, față de oricare alt tip de reactor, de a produce în funcționare cea mai mare cantitate de plutoniu. În aceste condiții, forurile competente din România au considerat că, asimilînd în întregime execuția în țară a acestui tip de reactoare, va putea beneficia de o piață largă de livrare în țările lumii a treia a reactoarelor nucleare cu uraniu natural și moderator apa grea în fabricație românească. În vederea realizării tuturor componentelor în țară au fost folosite fabrici deja existente sau au fost construite altele noi. Așa a apărut fabrica de la Feldioara pentru îmbogățirea minereurilor de uraniu aduse din Munții Apuseni, Banat și Călimani-Gurghiu, fabrica de apă grea de lîngă Turnu Severin, fabricile de țevi de zirconiu, generatoare de abur, pompe diverse etc. (elemente distribuite între IMGB, Uzinele Griviția și multe alte unități din țară).

Ca urmare a acestei repartizări a sarcinilor s-a simțit nevoia creării unei noi unități industriale care să realizeze toate elementele necesare care nu fuseseră repartizate spre execuție fabricii lor din țară (exemplu : fabrica de elemente combustibile, mașina de încărcare-descărcare a combustibilului etc.), care să poată cerceta, verifica, asambla și testa diverse componente fabricate în țară și care să formeze totodată nucleul viitoarelor cadre de exploatare a centralelor nuclearoelectrice.

Așa a apărut necesitatea înființării, tot la începutul anului 1970, a Institutului de Tehnologii Nucleare — ITN. Creat special pentru punerea la punct și testarea tehnologiilor pentru reactoarele nucleare de tip PHWR, institutul dispunea de cadre de mare competență tehnică. La început și-a desfășurat activitatea în localurile de la IFA București, dar curînd s-au construit laboratoarele și atelierele proprii într-un alt amplasament din țară. În calitate de beneficiar de investiții, INT a schițat o echipare proprie într-o concepție originală, de altfel foarte slab fundamentată ; în criză de timp, s-au solicitat mai întîi dotările respective (pentru a fi comandate din vreme) și numai apoi s-a trecut la analizarea utilității acestora, ceea ce a condus, firește, la unele inconsecvențe costisitoare prin procurarea suplimentară sau prin lipsa procurării utilajelor cu adevărat necesare. ISPE a căpătat rolul de proiectant general al acestui institut, urmînd să proiecteze toate laboratoarele și amenajările necesare pentru montarea și funcționarea marilor utilaje de cercetare ca reactorul de cercetări cu puterea de 14 MW_t, laboratoarele fierbinți, buclele de încercare și altele și dependințele și utilitățile necesare, asigurarea cu apă potabilă și industrială, rețelele de energie termică, energie electrică, gaze, telecomunicații, drumuri, corp de pază etc.

În ISPE a avut loc înființarea unui nou compartiment de proiectare complex (dotat cu toate specialitățile) „Sectorul de proiectare al centralelor nuclearoelectrice" prevăzut cu circa 120—150 de persoane luate selectiv din celelalte colective de proiectare din ISPE și orientat pe două direcții principale : proiectarea și dotarea ITN și proiectarea și realizarea CNE.

3.2. Obiective proiectate

Prima și cea mai urgentă problemă a constat în alegerea amplasamentului ITN, pentru a se putea începe cît mai repede lucrările de execuție. Ținîndu-se cont de toate recomandările primite și de diferitele utilități necesare s-a început studiul de amplasare al ITN, evitîndu-se zonele din apropierea capitalei, avîndu-se în vedere zona subcarpatică a văii Topologului, extinsă treptat pînă la ținutul Vrancei. Ca urmare, ISPE ia în considerare tranșe de cîte 10 amplasamente, care erau comparate între ele din toate punctele de vedere, mobilate cu construcții, utilități, posibilități de cazare și evaluate în costuri, fără însă ca vreunul dintre acestea să obțină aprobarea conducerii de stat.

După o analiză detaliată (care a durat peste 1,5 ani) a mai mult de 56 amplasamente, șansele de a obține aprobarea guvernului erau la fel de incerte ca la începutul studiului respectiv. În luna septembrie 1971 a avut loc o prezentare a unui ultim amplasament propus al ITN, situat puțin mai în amonte de orașul Pitești, care întrunea unanimitatea părerilor exprimate de CSEN, ITN și ISPE, dar nici acest amplasament nu a fost acceptat. Și totuși, amplasamentul ITN a fost hotărît la această dată „din elicopter", într-o zonă deluroasă, bogat împădurită, la altitudinea de circa 400 m, situat între rîul Tîrgului și rîul Rîncăciov, la vreo 15 km de orașul Pitești și la circa 3 km NE de comunele Mioveni și Colibași. Amplasamentul decis astfel, fără o analiză a condițiilor tehnice și economice oferite, fără o consultare cu proiectantul, beneficiarul sau CSEN și în totală necorespondență cu documentele de arhivă, cu toate măsurile ce s-au luat ulterior în comun cu cei trei interesați a necesitat cheltuirea a circa 300 milioane lei în plus prin lungirea rețelelor de utilități, apă,

energie electrică, gaze, telecomunicații, drumuri, podețe etc.

Incinta ITN, cu o suprafață de circa 30 ha, ferind denivelările naturale, are alura aproximativă a literei L inversată, intrînd în limbajul curent cu numele de „capul de cal". În lungul laturei lungi s-a defrișat o zonă floral intermediară, în capul de perspectivă situîndu-se clădirea reactorului de cercetări, avînd în stînga cele patru turnuri de răcire cu tiraj forțat, coșul de ventilație și alte anexe. Pe marginile magistralei de acces s-au realizat la liziera pădurii, care în rest a fost foarte menajată, clădirile diverselor laboratoare de cercetări, între ele lăsîndu-se loc și pentru extinderi ulterioare. Spre botul de cal au fost amplasate majoritatea utilităților terminate cu stația de epurare biologică a apelor menajere, zonă prin care se intenționa, fără a se mai fi realizat, un al doilea drum de rezervă între ITN și comunele din zonă.

În incinta menționată ISPE a proiectat toate pavilioanele de cercetare, reactorul nuclear cu anexele sale, diverse clădiri auxiliare ca bibliotecă, pavilion de conferințe, cantină etc., ca și toate utilitățile respective: centrala termică, instalații de stingere a incendiilor, stația electrică 110/6 kV 2 × 20 MVA, stație de H și azot, stația de reglare gaze etc. Rețelele de legătură la incinta ITN ca priza și conducta de apă de la Clucereasa, stația electrică 110/20 kV Mioveni, conducta de gaze, circuitele de telecomunicații, paza specială a incintei, drumul de acces și altele au fost asigurate prin colaboratori cu subproiectanți de specialitate.

Deoarece aportul de proiectare al ISPE la o mare parte din obiectivele de cercetare realizate în cadrul ITN este foarte strîns împletit cu procesul de proiectare și testare conceput chiar de cercetători de la ITN, se redau în cele ce urmează pentru o informare de ansamblu, mențiuni succinte despre profilul activităților de cercetare ale ITN.

ITN a fost prevăzut cu șase secții de cercetare, reactor de încercări materiale (RIM) și laborator de examene postiradiere (LEPI) pentru urmărirea comportării eșantioanelor și subansamblurilor expuse radiațiilor care vor mai fi testate și în condiții suplimentare de temperatură și presiune. Deoarece pe parcursul desfășurării activităților de cercetare de la ITN s-au mai construit și alte pavilioane de cercetare, fără însă a se extinde incinta ITN, iar alte pavilioane, prin aportul direct al beneficiarului, și-au modificat mai mult sau mai puțin profilul, nu ne vom referi nici la numărul și nici la numele secțiilor, ci doar la activitățile principale desfășurate în acestea, care sînt:

— analize teoretice și calcule fizice ale reactoarelor nucleare în încăperi de studiu dotate cu echipamente de calcul;

— testarea componentelor de calcul din interiorul reactoarelor nucleare cuprinzînd laboratoare pentru teste de chimie, termotehnice, mecanice, electrice etc.;

— testarea componentelor din interiorul reactoarelor nucleare cu laboratoare mecanice, hidrodinamice, termice pentru elementele combustibile, pentru încercarea sistemelor de control și reglaj al reactoarelor, pentru încercarea mașinii de încărcare-descărcare a combustibilului etc.;

— cercetarea materialelor nucleare în bucle de încercare pentru urmărirea comportării acestora în condiții de temperatură și presiune;

— prepararea combustibilului nuclear prin punerea la punct a procesului de sinterizare a pastilelor de UO_2, de introducere a lor în elementele de combustibil și de asamblare a acestora în fasciculele de combustibil între grătare de ghidaj;

— tratarea deșeurilor radioactive solide și lichide;

— laborator special pentru realizarea aparatelor de măsură, electrice, termice, mecanice, electronice, nucleare.

În afara acestor laboratoare cu profil strict tehnologic, mai există și alte secții ca mecanic-șef, care are în grijă întreținerea și exploatarea tuturor rețelelor de utilități, ateliere mecanice, electrice, de reparații, prevăzute pentru microproducție și pentru beneficiari externi, dotat cu secții de impregnare și uscare a izolației bobinajelor sub vid și cu o secție de fotogravură pentru realizarea circuitelor imprimate etc.

Cea mai importantă instalație de încercare o reprezintă însă reactorul de încercări de materiale de tip Triga, furnizat de compania Gulf din S.U.A. Reactorul de tip apă/apă, cu uraniu îmbogățit cu o putere de 14 MW_t dispune de două zone active, una cu flux continuu de neutroni și alta cu flux de neutroni în impulsuri de 10^{18} neutroni/cm^2.s. Reactorul dispune de o serie de laboratoare, de un coș de ventilație, de patru turnuri de răcire cu tiraj forțat și a fost extins cu o anexă pentru realizarea unui reactor multifuncțional de putere zero pentru testarea casetelor de combustibil.

Strîns legat de iradierile efectuate în reactor au fost realizate într-un corp separat de clădire laboratoarele de examen postiradiere a eșantioanelor iradiate activități pînă la 10^6 Ci. Laboratoarele conțin mai multe compartimente separate destinate pentru măsurători diverse, pentru metalografie, radiochimie, recepție și dezasamblare, fiecare fiind dotat cu manipulatoare, dispozitive de ridicat, de prelucrări mecanice și de transport și cu geamuri groase de protecție.

3.3. Rezultate obținute

În linii mari lucrările începute la ITN în toamna anului 1971 s-au finalizat parțial încă din anii 1974—1975, unele din laboratoarele de cercetări putînd să-și desfășoare activitatea în mod normal. Valoarea utilajelor montate în primele etape de dezvoltare a ITN se putea estima la circa 3 miliarde lei (echivalent anului 1980) la care ar mai trebui adăugată valoarea de circa 3—4 milioane dolari a utilajelor obținute gratuit prin Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD). În anii 1983—1985 de intensă activitate a ITN, acesta dispunea de un personal de peste 2000 salariați din care o mare parte cu studii superioare și medii.

În ultimii ani s-au produs, însă, o serie de modificări în activitățile ITN, nemairealizîndu-se din motive economice unele lucrări. Astfel, renunțîndu-se la realizarea fabricii de elemente combustibile ce urma să apară în incinta ITN, s-a organizat o microproducție a acestora de 90 t UO_2/an în cadrul secției de elemente combustibile. După producerea cîtorva încărcături de elemente combustibile, producția fabricii a fost sistată pînă la reglementarea cu partea canadiană a încercărilor acestor elemente.

În decursul existenței sale, potrivit unor modificări de organizare, institutul și-a schimbat în 1977 denumirea în Institutul de Reactori Nucleari Energetici — IRNE, iar în vara anului 1990 în Institutul de Cercetări Nucleare — ICN, depinzînd în prezent de RENEL.

Activitatea de proiectare a ITN a constituit o bună școală pentru specialiști. Un singur exemplu poate da o imagine a pregătirii tehnice a cadrelor ISPE. La proiectarea reactorului de cercetări de către compania Gulf, constructoare a numeroase și complexe obiective industriale și chiar a unor centrale nucleare, proiectanții români care verificau proiectele furnizorului au remarcat că în circuitul pompelor de răcire primare se realizau condițiile producerii fenomenului de cavitație, care în cazul reactorului nuclear ar fi putut produce mari neplăceri. Situația a fost restudiată de furnizor, confirmată și modificată corespunzător. Gradul de tehnicizare al proiectanților din ISPE în domeniul nuclear, în urma efectuării activităților pentru ITN a permis ca unii dintre aceștia să publice articole de înaltă specialitate [5] și chiar tratate de valoare cunoscută peste hotare [6].

4. Proiectarea centralelor nuclearoelectrice

4.1. Probleme organizatorice

La pct. 3.1. s-a menționat cum s-a ajuns în anul 1969 la înființarea în cadrul ISPE a unui compartiment special pentru proiectarea centralelor nuclearoelectrice, structurat pe două mari activități: una pentru proiectarea ITN și alta pentru proiectarea CNE și întocmirea studiilor de identificare a amplasamentelor CNE.

În martie 1977 colectivul de proiectare al secției CNE s-a scindat temporar, o parte din acest colectiv cu sarcini legate de proiectarea ITN și de așa-numita parte nucleară a CNE s-a mutat din ISPE la IFA, formînd un ansamblu comun cu ITN-Colibași, sub o nouă denumire: Institutul de Reactori Nucleari Energetici, iar restul colectivului de proiectare al secției CNE a rămas la ISPE, continuînd să se ocupe de partea clasică a centralelor nuclearoelectrice. În vara anului 1990 s-a revenit asupra acestei măsuri, colectivul de proiectare preluat în 1977 reîntorcîndu-se organizatoric la ISPE.

4.2. Obiective proiectate

Considerîndu-se că realizarea unei CNE de tipul PHWR în condițiile de pregătire și asimilare a execuției componentelor acesteia în țară va dura mai mulți ani, ținîndu-se cont de cererea crescîndă de energie electrică și tentați de posibilitatea de a obține din URSS echipamente și tehnologii noi în domeniul nuclear în condiții avantajoase de plată, s-a contractat și au început lucrările de studii de teren și proiectare pentru prima centrală nuclearoelectrică din România amplasată lîngă comuna Strâjești pe Olt.

Centrala prevăzută a fi echipată cu două reactoare nucleare de tip VVER (Voodo Vodianoi Energheticeskii Reactor — reactor energetic apă-apă) fiecare cu o putere de 440 MW, realizate cu cîte două grupuri de 220 MWe, utilizînd drept combustibil uraniul ușor îmbogățit între 2,2—3,6% U_{235}, ca moderator apă obișnuită și ca agent purtător de căldură tot apă obișnuită sub presiune, principal în două circuite de răcire (6 bucle), centrala urmînd a fi pusă în funcțiune în anii 1980—1982.

Reactoarele nucleare menționate constituiau o variantă în curs de ameliorare în URSS, primele trei unități de acest tip cu puteri crescînde de 210 MW, 365 MW și 417 MW fiind în funcțiune în CNE Novo Voronej din anii 1964, 1969 și 1971. Cu această minimă experiență de funcționare și cu o mare încredere, URSS mai construiește un același tip de reactor la Nova Voronej, ce va intra în funcțiune în 1972, alte două reactoare la CNE Rovno și alte patru reactoare în peninsula Kola, mărind puterea unitară a grupurilor la 440 MWe, după care trece la execuția unei noi variante de reactor de același tip, dar cu puterea unitară de 1000 MWe. Din anul 1970 URSS scoate la export primele variante de astfel de

reactoare și le plasează astfel: patru în Bulgaria, opt în Cehoslovacia, cinci în Germania Democrată, patru în Ungaria, două în România și două în Finlanda, iar ulterior va livra la export și reactoare nucleare de 1000 MWe.

Studiile de teren începute în țară simultan cu tratativele dintre proiectanții români și sovietici s-au lovit de la început de o serie de dificultăți legate de condițiile seismice specifice țării noastre, la care partea sovietică nu a fost în măsură să răspundă, de lipsa unei anvelope de protecție peste clădirea reactorului, de măsurile insuficiente de siguranță în funcționare ca și de realizarea unei zone de excludere a populației în jurul centralei nucleare (care necesită evacuarea multor localnici).

Încercările de a mări siguranța în funcționare a acestui tip de reactor în cadrul CNE Lovisa din Finlanda prin prevederea unei anvelope metalice ce căptușea o construcție din beton a condus la dificultăți de realizare foarte mari, deoarece la o avarie posibilă sub anvelopă presiunea internă ar fi crescut, iar întreaga releistică livrată nefiind garantată să funcționeze în noile condiții, a trebuit să fie schimbată cu mari cheltuieli cu echipamente corespunzătoare fabricate de Siemens.

În cele din urmă, din diferite cauze s-a convenit cu furnizorul extern anularea comenzii centrale Strâjești-Olt.

* * *

În baza programului nuclear național aprobat, colectivul de proiectare din ISPE a început din 1970 o intensă activitate prevăzînd realizarea a patru reactoare nucleare, de cîte 700 MWe, funcționînd cu apă grea. Amplasamentul centralei, confirmat și de proiectantul canadian, a fost stabilit la Cernavodă, reactoarele urmînd a fi răcite în circuit deschis cu apa preluată de la intrarea în canalul Dunăre — M. Neagră și deversată apoi tot în canal, dar după prima ecluză, fiind verificate condițiile de încălzire ale apei pentru a nu dăuna culturilor irigate cu această apă.

Lucrările pe șantierul CNE Cernavodă au început în anul 1979, urmînd să dureze circa 7 ani pentru prima unitate, celelalte unități urmînd a fi puse în funcțiune în anii următori.

Pe parcursul proiectării au intervenit, la propunerea părții românești și acceptate de partea canadiană, o serie de modificări în concepția inițială a lucrării din care de mai mare importanță a fost individualizarea fiecărei unități, considerîndu-le ca centrale de sine stătătoare, utilizînd în comun doar lucrările generale de asigurare a utilităților.

Tot în primii ani de proiectare a centralei, o altă propunere, de această dată nefundamentată și neaparținînd niciunui colectiv de proiectare, introduce o nouă modificare în profilul CNE Cernavodă, suplimentînd centrala cu a 5-a unitate de 700 MWe, propunere acceptată fără analizarea responsabilă a consecințelor și reconfirmată cîțiva ani mai tîrziu de conducerea de stat. Această ultimă modificare a determinat un lanț de schimbări importante în concepția lucrării, care au mărit volumul de muncă de proiectare, de asimilări de echipamente, de execuție și montare pe șantier, crescînd sensibil valoarea investiției și introducînd o serie de nesimetrii în concepția instalațiilor generale ale centralei. Printre acestea se remarcă ieșirea din aliniamentul amplasării primelor patru grupuri ale centralei a grupului 5, pentru a putea fi fundat și acesta pe roca de bază, și faptul că debitul suplimentar de apă de răcire preluat din canal face să crească viteza de pătrundere a apei din Dunăre în canal la o valoare ce stînjenește navigația. Tot astfel, deoarece debitul de apă caldă rezultat la funcționarea întregii centrale ar fi ridicat nepermis temperatura apei destinate irigațiilor și ar fi condus și aici la o viteză nepermisă de curgere a apei pe canal, s-a hotărît deversarea în aval în Dunăre a întregului debit de apă de răcire al celor cinci grupuri, în acest scop executîndu-se două tuneluri de 6 m diametru și circa 2 km lungime, continuate cu încă circa 2 km de canal deschis pentru conducerea acestor ape într-un punct situat în aval de orașul Cernavodă pe Dunăre. Dacă pe lîngă cele de mai sus se mai adaugă și noua funcțiune ce se urmărește a se mai da centralei la Cernavodă de a asigura termoficarea urbană a tuturor localităților de pe litoral între Constanța și Mangalia, se constată că profilul și volumul inițial al lucrărilor de la CNE Cernavodă a fost amplificat într-o foarte mare măsură, ceea ce a contribuit la marea întîrziere a execuției lucrărilor, punerea în funcțiune a primei unități fiind oficial amînată pînă în anul 1994.

* * *

Între timp, în anul 1984 s-au reluat discuțiile în acest domeniu cu URSS în vederea obținerii unei centrale nuclearoelectrice mai moderne și mai sigure, aparținînd ultimei generații a reactoarelor nucleare de același tip VVER, însă cu puterea de 1000 MWe.

Dintre amplasamentele avute în vedere s-a dat preferință aceluia situat imediat în apropierea orașului P. Neamț. Studiile de teren elaborate de această dată cu mai multă experiență de către partea română nu au dat nici în acest caz rezultate bune, atît din punct de vedere geologic (natura și tectonica subsolului), cît și din punct de vedere meteorologic constatîndu-se o microzonă nefavorabilă

dispersiei în atmosferă și chiar influenţării reciproce a poluării combinatului chimic Săvinești cu aceea a CNE P. Neamţ, cu posibilitatea de a îngloba și orașul P. Neamţ în această zonă.

Studiile și proiectarea la acest obiectiv sînt în prezent sistate, ca și studierea unui alt amplasament de centrală nucleară, de această dată de tip PHWE, ca și CNE Cernavodă, situat în zona Făgăraș.

4.3. Rezultatele obţinute

Desigur că după o activitate de peste 15 ani la realizarea centralelor nuclearoelectrice din ţară ar fi multe lucruri de menţionat și multe învăţăminte de reţinut. Aceste lucrări trebuie privite din multe puncte de vedere și în orice caz al proiectantului, al executantului și al beneficiarului, trebuind acceptat că fiecare va fi în expunerea situaţiilor și incomplet și subiectiv. Analizînd condiţiile reale în care s-au desfășurat activităţile în acest domeniu, acordîndu-se desigur pondere judecăţilor pentru lucrările în curs legate de CNE Cernavodă, am putea reţine următoarele dificultăţi :

1. Modificări dese și importante în profilul lucrării.
2. Impunerea unor proporţii mereu mărite în timp ale gradului de asimilare a execuţiei componentelor în ţară.
3. Dificultăţi deosebit de mari în realizarea execuţiei în ţară a componentelor respective, implicînd asimilarea materialelor necesare, traducerea, învăţarea și respectarea normelor canadiene, dotarea cu echipamentele necesare fabricaţiei, obţinerea tehnologiilor de montaj, pregătirea personalului tehnic, execuţia componentelor în condiţiile asigurării calităţii nucleare.
4. Asigurarea fondurilor necesare în lei și valută pentru comandarea la termenele prevăzute a echipamentelor necesare.
5. Reorganizarea și schimbarea frecventă a executanţilor pe șantier.
6. Scindarea colectivului de proiectare pe parte nucleară și parte clasică, lipsind astfel organul unic de coordonare.
7. Imixtiunea, la toate nivelele politice, în procesul de realizare a centralei nucleare prin suprapuneri de decizii necoordonate și imuabile în treburile șantierului.
8. Pierderile de timp pricinuite tehnicienilor pentru a prezenta organelor superioare situaţii lipsite de interes și de utilitate.
9. Neasigurarea condiţiilor de viaţă pentru muncitori și familiile lor.
10. Nerăbdarea derutantă și lipsa de înţelegere a conducerii superioare în trasarea unor sarcini imposibile și suplinirea sprijinului necesar lucrării, prin masarea locală a unei uriașe forţe de muncă care a atins un vîrf de circa 19 000 muncitori neorganizaţi suficient.

Cu toate acestea efectuarea lucrărilor de proiectare pentru centralele nuclearoelectrice a permis cel puţin o ridicare apreciabilă a nivelului tehnic al proiectanţilor ISPE, putînd prezenta în diverse publicaţii punctele de vedere în domeniul nuclearoenergetic [7, 8, 9].

Consideraţii finale

Din desfășurarea celor trei perioade caracteristice menţionate de activităţi în domeniul nuclear în care și-au dat concursul și proiectanţii din ISPE obţinînd rezultate favorabile, se pot desprinde cîteva învăţăminte de principiu pe care le considerăm util a fi urmărite.

1. Alegerea ISPE ca proiectant general pentru activităţile sus-menţionate și în mod special pentru proiectarea centralelor nuclearoelectrice, a fost corectă, utilizînd marea sa experienţă de care dispune în prezent în concepţia obiectivelor electroenergetice și a formării pe parcurs a personalului tehnic cu pregătirea necesară în domeniul nuclear.

2. Trebuie păstrată unitatea de concepţie a proiectantului general asupra coordonării proiectelor centralelor nuclearoelectrice, evitîndu-se scindarea responsabilităţilor tehnice pe partea nucleară și pe cea clasică, așa cum greșit s-a procedat în cazul CNE Cernavodă.

3. Ţinînd seama de rezervele naţionale limitate de combustibili clasici și de dificultăţile pe care le întîmpinăm în prezent și care vor crește în următorii ani, pentru satisfacerea consumului intern de energie electrică, este justificată continuarea construcţiilor de centrale nuclearoelectrice în ţară.

4. Pentru economia de investiţie și pentru reducerea duratei de execuţie, pînă la obţinerea experienţei necesare de către organizaţiile naţionale în conducerea marilor investiţii, este indicat ca următoarea centrală nuclearoelectrică să fie comandată „la cheie", bineînţeles cu un aport naţional cît mai substanţial în manoperă, materialele și echipamente nucleare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Raşcu, P. *Construcţia reactorului nuclear şi a ciclotronului Institutului de Fizică Atomică din RPR.* În: Energetica, nr. 5, 1958, p. 208–211.

[2] Raşcu, P. *Clasificarea CNE. Scurte descrieri ale celor mai remarcabile tipuri de CNE.* În: Buletin Documentar ISPE, nr. 5, 1958, p. 4–54.

[3] Raşcu, P. *Centrale nuclearoelectrice în sistemele energetice.* I.D.T., vol. 1, 1968, vol. 2, 1969.

[4] Raşcu, P. *Organizarea transporturilor speciale în timpul construcţiei şi al exploatării CNE.* În: Construcţii şi montaje energetice, nr. 5, 1970, p. 225–230.

]5] Burducea, C. Motoiu, C., Vasilescu, N., Mingiuc, C., Wlezek, C. *Centrale nuclearoelectrice de putere mare.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1974.

[6] Raşcu, P. E. *Unele probleme energetice principale ale construcţiei. CNE Schemele electrice de înaltă tensiune utilizate. Situaţia pe plan mondial.* În: Energetica, nr. 1, 1988, p. 22–32.

[7] Raşcu, P. *Echipamentele electrice principale şi amplasarea staţiilor electrice de înaltă tensiune. Situaţia pe plan mondial.* În: Energetica, nr. 2, 1988, p. 62–72.

[9] Rusu, A., Rusu A. *Prezentarea generală a unei CNE de tip PHWR–CANDU cu referiri speciale la CANDU-700 CNE Cernavodă.* În: Energetica, nr. 8, 1988, p. 361–369.

(Primit la 17 iulie 1991, acceptat la 8 martie 1993)

(urmare din pag. 159)

Problemele cu care ENEL se confruntă în prezent pot fi sintetizate astfel: continua creştere a cererii de energie electrică, exigenţa sporită faţă de protecţia mediului şi a teritoriului, dificultăţi în realizarea unor noi instalaţii de producţie, dependenţa mare faţă de aprovizionarea externă cu combustibil, evoluţia continuă a raporturilor economice internaţionale care impun noi reguli şi condiţii de competitivitate.

Pe baza studiilor efectuate, ENEL şi-a concretizat liniile directoare pentru perioada 1993–2000: maximă diversificare a ariilor de proveniență a combustibililor externi, care să asigure o garanţie majoră în aprovizionare; diversificarea utilizării unor variate surse de combustibil; flexibilitate şi inovaţii tehnologice în instalaţiile de producere; extinderea preocupării pentru protecţia mediului şi a teritoriului, precum şi pentru calitatea serviciilor.

Se derulează un program de investiţii pentru realizarea a mai mult de 25 000 MW putere nou instalată, peste 50% din puterea existentă. Pentru următorii cinci ani au fost alocaţi circa 74 000 miliarde lire, din care circa 40 000 miliarde pentru noi instalaţii de producţie şi pentru îmbunătăţirea protecţiei mediului în cele existente.

Aplicarea acestor strategii impune un efort financiar foarte ridicat şi pentru cercetare-dezvoltare, care va fi repartizat astfel: pentru reducerea noxelor la arderea combustibililor 16,1%; surse noi de energie 24,5%; nucleare 11,3%; protecţia mediului şi a teritoriului 20%; utilizarea raţională a energiei 8,3%; procese tehnologice şi de automatizare 15,4%; modelare sistemică şi hidraulică 4,4%. Se urmăreşte o reducere a noxelor arderii pînă în anul 2000; pulberi de la 0,38 g/kWh la 0,12; oxizi de azot NO_x de la 2,7 g/kWh la 1,3; oxizi de sulf SO_2 de la 5; 0 g/kWh la 1,3.

Se va urmări realizarea unei flexibilităţi maxime a parcului de producţie termoelectrică, pentru a face faţă variaţiei combustibililor, atît în perioade normale de aprovizionare, cît şi în eventuale situaţii de crize energetice internaţionale. Vor fi susţinute variate iniţiative pentru îmbunătăţirea tehnologică a instalaţiilor, în scopul îmbunătăţirii eficienţei, pentru utilizarea a noi procese, dezoltarea surselor naţionale. Vor fi realizate noi instalaţii, fie tradiţionale, fie experimentale la nivel industrial pentru dezvoltarea unor noi tehnologii. Atenţia va fi îndreptată către: instalaţii policombustibile în stare să utilizeze combustibil solid, lichid sau gazos; noi tehnologii de folosire a cărbunelui (gazeificare, amestec apă-cărbune, strat fluidizat), creşterea capacităţii în turbine cu gaz în centralele existente; instalaţii cu ciclu combinat; noi instalaţii hidroelectrice care să crească de la 70% la 80% potenţialul existent utilizat; descoperirea şi dezvoltarea unor rezerve geotermale, care să permită creşterea puterii electrice instalate peste cei 1100 MW actuali; dezvoltarea unor noi surse de energie electrică (solare, eoliene, biogaz). O atenţie particulară se va acorda în special centralelor termoelectrice policombustibile, adică acelor instalaţii care vor trebui să fie în stare să utilizeze variaţi combustibili fosili, garantînd în orice caz respectarea celor mai exigente normative de protecţie a mediului.

În ceea ce priveşte relaţiile internaţionale, printre altele este prevăzută instaurarea unor noi raporturi de schimburi cu ţările din Estul Europei oferind experienţa acumulată în gestionarea sistemului energetic italian. Este, de asemenea, în proiect, realizarea cu ajutorul financiar al CCE, a unei interconexiuni cu sistemul electric al Greciei, prin cablu submarin în curent continu, ceea ce va permite lărgirea posibilităţilor de schimb energetic în peninsula balcanică.

BIBLIOGRAFIE

1 * * * *ENEL societate pe acţiuni*, Direcţia Relaţii Publice, Roma, sept. 1992

2 * * * *ENEL Activitatea constructivă în* 1991, Direcţia Relaţii Publice, Roma noiembrie 1992.

Ing. FLORIN TRANDAFIRESCU

În lucrare se pun în evidenţă noi opţiuni strategice în dezvoltarea surselor de energie alternative neconvenţionale (energia vîntului, energia solară, energia geotermală, biomasa).

Aceste opţiuni, care s-au conturat în paralel cu evoluţia tehnologiilor, aplicaţiilor şi a restricţiilor privind conservarea mediului, se află la baza relansării programelor de cercetare, dezvoltare şi implementare a acestor surse de energie.

Surse alternative neconvenţionale — strategii şi perspective

The paper draws out new strategic options for the development of the unconventional sources (wind energy, solar energy, geothermal energy, biomass).

These options which developped in parallel to engineering evolution as well as the environmental protection restrictions, are the base for resuming the programs of energy sources researching, development and implementation.

Ing CONSTANTIN POPESCU *

Descriptori : surse neconvenţionale

Strategia de abordare a surselor alternative, neconvenţionale, de energie a suferit modificări importante în ultimii ani din două motive principale :

— clarificarea motivaţiilor şi priorităţilor ;

— dezvoltarea tehnologiilor, în paralel cu evoluţia substanţială a conceptelor de introducere în practica energetică.

Dacă în anii' 70, după primul şoc petrolier, necesitatea apelării la sursele neconvenţionale avea ca principală motivaţie epuizarea resurselor disponibile, în ultimii ani s-a conturat ca fiind prioritară şi presantă motivaţia legată nemijlocit de protecţia mediului ambiant.

Astfel, argumentele care au condus la relansarea în ultimii ani pe plan mondial a surselor alternative, neconvenţionale, sînt, în ordinea priorităţilor :

— intensificarea stringentă a acţiunilor pentru conservarea mediului ambiant, materializate prin restricţii severe asupra emisiilor poluante rezultate din arderea combustibililor fosili şi nucleari ;

— incertitudini conjuncturale în asigurarea aprovizionării cu combustibili superiori din zonele cu resurse excedentare, care pot prezenta însă instabilităţi politico-economice (zona Golfului, Comunitatea Statelor Independente etc.) ;

— evaluarea realistă a problemei epuizării treptate a resurselor economic exploatabile de hidrocarburi şi gaze naturale, avînd ca rezultat previzibil creşterea constantă, pe termen mediu şi lung, a preţurilor la aceste produse.

Preocupările pentru conservarea mediului sînt de cea mai mare actualitate în primul rînd pentru ţările dezvoltate industrial. Sub acest aspect este important de subliniat faptul că în ultimii ani aceste ţări au devenit mai interesate în extinderea aplicaţiilor pentru sursele neconvenţionale în propriile ţări, fără a-şi diminua interesul de a găsi pieţe de desfacere pentru noile tehnologii în ţările subdezvoltate. Sunt concludente, în acest sens, programele de cercetare-dezvoltare şi extinderea aplicaţiilor în ţări cum sînt SUA, Germania, Italia, Olanda, Danemarca.

Odată cu această tendinţă, pentru ţările amplasate în zone climatice temperate, s-a demonstrat importanţa esenţială a alegerii unor amplasamente favorabile pentru economicitatea aplicaţiilor.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice — Bucureşti.

În aceste zone, resursele neconvenţionale, în principal energia vîntului şi energia solară, sînt moderate şi depind în mare măsură de condiţii geografice locale şi de microclimat.

A devenit din ce în ce mai evident că resursele neconvenţionale nu sînt repartizate uniform în teritoriu şi că economicitatea utilizării lor depinde în mod esenţial atît de potenţialul resursei în amplasamentul ales, cît şi de alte caracteristici favorabile ale acestuia (teren neagricol), condiţii de construcţie şi de fundamentare avantajoase, căi de comunicaţii pentru accese, reţele de transport de energie, apă de alimentare etc.).

Din considerentele expuse, în relaţie directă cu strategiile de abordare a surselor neconvenţionale, se evidenţiază următoarele aspecte noi :

— necesitatea studiului aprofundat al potenţialelor energetice ale diferitelor resurse (soare, vînt, geotermale) pe zone de interes local, precis delimitate geografic ;

— necesitatea alegerii, în aceste zone, a unor amplasamente favorabile ţinînd seama de o serie de criterii tehnico-economice bine precizate ;

— concentrarea aplicaţiilor în amplasamentele cele mai favorabile, respectiv instalarea în acestea a unui număr cît mai mare de echipamente de conversie ;

— pentru obţinerea unor rezultate economice consistente, s-a demonstrat necesitatea utilizării în aceste amplasamente a unor echipamente performante, cu disponibilitate mare, exploatate la un nivel cît mai ridicat de profesionalism.

S-a produs astfel o modificare substanţială a concepţiilor anterioare, care aveau în vedere utilizarea pe scară largă a aşa-numitelor tehnologii „soft" (simple, ieftine, diversificate, preponderent de mică putere, orientate şi adaptate în principal la folosirea locală, individuală). Se estima că instalaţiile de tip „soft" vor deveni economic viabile şi că ponderea în acoperirea consumului va rezulta din numărul foarte mare de utilizatori individuali, cu o repartiţie relativ uniformă în teritoriu, prefigurîndu-se astfel o energetică de tip descentralizat, pe baza resurselor neconvenţionale. Evoluţia concepţiilor şi tehnologiilor a infirmat această strategie, îndeosebi pentru zonele climatice temperate.

S-au impus, în special în ţările dezvoltate şi în regiunile dens populate, aşa-numitele tehnologii „hard" (performante energetic, preponderent de putere mai mare, orientate şi adaptate la utilizarea în zone sau amplasamente favorabile).

Aceste concepte au dus la apariţia cunoscutelor „ferme de vînt" sau „ferme energetice" în general (centrale aeroelectrice sau solaroelectrice), plantaţiile energetice de biomase, cîmpuri sau zone cu exploatări energetice geotermale. În toate aceste instalaţii energetice se prevede utilizarea unor echipamente neconvenţionale avansate, exploatate în condiţii de înalt profesionalism.

Evoluţia aplicaţiilor a demonstrat că în aceste condiţii sursele alternative, neconvenţionale au probabilitate mai mare de a deveni competitive cu soluţiile clasice sau nucleare.

Se observă că aşa-numitele tehnologii „hard", precum şi conceptele expuse mai sus sînt coerente cu opţiunile clasice asupra sistemelor energetice actuale, care dispun de mari centrale electrice şi reţele de transport de energie, cu posibilităţi adecvate de injecţie a energiei în zone dens populate.

Se manifestă, de asemenea, o opţiune preponderentă pentru conversia surselor neconvenţionale în energie electrică (centrale aeroelectrice, centrale solaroelectrice, centrale electrice geotermale) sau în combustibili sintetici (pe baza plantaţiilor de biomase).

Prin aceste concepţii nu se neagă importanţa şi ponderea locală a aplicaţiilor termice distribuite (arhitectură solară de tip pasiv sau mixt, sisteme active de încălzire a apei, soluţii de încălzire din surse geotermale de joasă temperatură, utilizarea locală, pentru aplicaţii termice, a biogazului).

Se impun însă aceleaşi exigenţe în privinţa alegerii zonelor şi amplasamentelor favorabile, alegerii soluţiilor şi echipamentelor performante şi asigurării unei exploatări competente.

Un alt element important, care trebuie avut în vedere în elaborarea strategiilor de dezvoltare este legat de faptul că principalele surse neconvenţionale (energia vîntului şi energia solară), datorită caracterului aleatoriu şi variaţiilor diurne şi sezoniere, nu pot reprezenta decît surse complementare, de economisire. Necesitatea existenţei surselor de bază, pe combustibili fosili sau nucleari, rămîne evidentă pentru alimentări de mare capacitate.

Sub acest aspect, cunoscînd lipsa unor sisteme economice de acumulare de mare capacitate, se explică opţiunea vînt-electric şi solar-electric expusă mai sus. Pentru aceste surse, cu caracter aleatoriu, reţeaua electrică la care sînt racordate echipamentele de conversie reprezintă un sistem de stocare sui-generis în care se introduce energia produsă atunci cînd sursa este disponibilă.

* * *

În România, în măsură mai mare decît în alte ţări central şi est-europene, s-a acordat importanţă şi susţinere financiară cercetărilor şi dezvoltării tehnologice pentru surse neconvenţionale de energie.

Din păcate, datorită concepţiilor autarhice şi a birocratismului excesiv al structurilor eco-

nomice și politice din trecut, precum și datorită practicării unor prețuri interne nereale la combustibili și energie, mult scăzute și distorsionate în raport cu alte prețuri și cu prețurile pe piața mondială nu s-au putut realiza aplicații energetice de anvergură mai mare.

După 1989 cercetarea și dezvoltarea tehnologică în acest domeniu a continuat la un nivel de finanțare mult mai redus, fiind însă susținute principalele domenii din energetica vîntului, energetica solară și utilizarea surselor geotermale. S-au schimbat însă structural condițiile de desfășurare a cercetărilor, care se încearcă să fie aliniate la nivelul mondial, atît sub aspectul strategiilor de abordare, cît și al standardelor de calitate.

România este amplasată într-o zonă geografică cu resurse moderate de energii alternative, neconvenționale. Din toate studiile întreprinse a rezultat însă că în anumite zone, pe amplasamente favorabile, aceste surse pot fi luate în considerare, pe termen mediu și lung, pentru o valorificare în condiții de eficiență economică acceptabilă.

Obiectivul de perspectivă, pe termen lung, îl reprezintă acoperirea în proporție de 5—7% a necesarului de energie primară al țării, cu economisirea corespunzătoare de combustibili fosili superiori și cu diminuarea aferentă a emisiilor poluante în mediul ambiant.

În domeniul energiei vîntului au fost evaluate principalele zone favorabile, și anume partea nordică a litoralului Mării Negre, inclusiv platforma continentală, care beneficiază de viteze medii multianuale $V_m = 5—7$ m/s, zone montane înalte (platoul munților Semenic, munții Căpățînii, Carpații de curbură ș.a.) cu $V_m = 6—10$ m/s și zone de dealuri și podișuri din Dobrogea și Sudul Moldovei cu V_m de circa 5,5 m/s.

În aceste zone au fost identificate amplasamente favorabile pentru amenajarea unor centrale aeroelectrice însumînd circa 500 MW, cu o durată medie de utilizare de aproximativ 2500 ore/an. Această valoare poate fi considerată ca fiind potențialul economic amenajabil pe termen mediu (2010). Pe termen lung, potențialul amenajabil depășește 3000 MW.

În privința turbinelor de vînt se lucrează la experimentarea finală și asimilarea industrială a turbinelor de vînt de 100 kW ax vertical și 300 kW ax orizontal. O turbină de 1000 kW, ax orizontal, concepută pentru zone montane, se află în stadiu de proiect.

În perspectivă se analizează și soluții de amenajare a unor centrale aeroelectrice cu turbine de vînt procurate din import.

Se apreciază că turbinele de vînt de puteri mici, de ordinul kilowaților, pentru aplicații locale, vor avea un segment de piață de desfacere limitat, cu un aport energetic puțin semnificativ.

În domeniul tehnologiilor solar-electrice singura direcție care prezintă interes, sub aspectul posibilităților de inovație și al dezvoltării viitoare, este tehnologia sistemelor fotovoltaice. Penetrația pe piața aplicațiilor energetice, inclusiv în România, este condiționată de creșterea eficienței modulelor fotovoltaice de serie pînă la valori de 12—15%, creșterea duratei de viață la minimum 20 ani și scăderea prețului la module sub 1 $/Wv.

În cazul țării noastre, în care ponderea localităților izolate energetic este nesemnificativă, opțiunile sînt tot în favoarea unor instalații de putere mare, racordate la rețeaua electrică, amplasate pe terenuri neagricole în zone favorabile, la fel ca în cazul fermelor de vînt.

Se estimează că atingerea performanțelor menționate să se realizeze la începutul deceniului următor. Este posibil ca atunci, odată cu creșterea previzibilă a prețurilor la combustibilii superiori, pentru țări cu resurse energetice deficitare, printre care și România, să devină economic convenabil importul de module fotovoltaice pentru realizarea de capacități energetice nepoluante. În această viziune, pe amplasamente favorabile din sud-estul țării, în zone limitrofe litoralului Mării Negre, ar putea fi instalate, pe termen lung, capacități energetice însumînd circa 1200—1500 MWe pe terenuri neproductive agricol.

Tehnologiile solar-termice active (cu captatoare plane) pentru prepararea apei calde de consum menajer și tehnologic (45—70°C), cu toate că au cunoscut cu ani în urmă dezvoltări importante în România, se află într-o perioadă de stagnare, chiar în amplasamentele favorabile din sud-estul țării. Apreciem că această tehnologie poate să fie relansată, în condiții tehnico-economice acceptabile, prin susținerea și chiar favorizarea inițiativelor particulare pentru producția, instalarea și exploatarea echipamentelor în condiții calitativ superioare. Această relansare ar trebui începută cu reabilitarea acelor instalații din trecut, care au demonstrat o eficiență satisfăcătoare.

Tehnologiile solar-termice pasive sau mixte cunoscute sub denumirea de „arhitectură solară", pot fi eficiente în multe din zonele țării noastre. Pe măsura extinderii construcției de locuințe individuale aceste tehnologii vor avea un cîmp larg de aplicabilitate, prin aportul institutelor de specialitate, cu un sprijin financiar prioritar din partea autorităților de stat și, totodată, prin inițiative particulare.

Pentru tehnologiile solar-termice, economiile pe termen mediu (2010) se pot estima la 0,3—0,5 mil. tc.c./an. Pe termen lung s-ar putea sconta pe economii de circa 1,5 mil. tc.c./an.

În ceea ce privește energia geotermală, în România s-a evaluat un potențial de valorificare, pe termen lung, de circa 0,3 mil.tc.c./an, cu o asigurare de circa 20 ani, constînd din ape calde și fierbinți (40—120°C). Pe termen mediu, potențialul se estimează la circa 0,1 mil. tc.c./an. În proporție de 70%, zonele de interes geotermal sînt amplasate în cîmpia de vest a țării.

În privința biomaselor nu se cunosc evaluări de potențial în România. Numai pentru valorificarea biogazului s-a estimat în trecut un potențial, pe termen lung, de circa 0,6 mil. tc.c./an. Odată cu transformările structurale din agricultură și zootehnie, acest potențial va trebui să fie reevaluat. Pentru întreg domeniul de utilizare al biomaselor o estimare grosieră a potențialului de economisire, pe termen lung, ar fi de circa 0,5—1,0 mil. tc.c./an.

Prin acest articol s-a materializat intenția autorului de a pune în lumină aspecte noi ale strategiilor de abordare a surselor neconvenționale, în paralel cu fixarea ideilor asupra evaluării unor potențiale de valorificare în condițiile României.

Pentru coerența activităților care sînt finanțate în țara noastră în prezent, în acest domeniu, se simte în mod acut lipsa unui program național corelat cu posibilitățile și necesitățile reale, elaborat pentru o perspectivă rezonabilă de timp și bazat pe folosirea capacităților de cercetare-dezvoltare tehnologică existente.

Pentru reușita unui astfel de program, așa cum se procedează în țările dezvoltate, sînt necesare anumite normative de favorizare a utilizatorilor, investitorilor și întreprinzătorilor, care ar fi rațional să fie cuprinse într-o legislație mai vastă, specifică domeniului energiei.

(Primit la 30 martie 1993, acceptat la 17 mai 1993)

ANUNȚ

Din colecția de reviste a redacției lipsește anul 1981.

Facem apel la abonații care au colecția revistei să ne pună la dispoziție numerele 1—12 din anul 1981, fie definitiv, fie sub formă de împrumut.

Așteptăm ofertele dv. la redacția revistei ENERGETICA.

Definirea manifestărilor tehnico—științifice în procesul informării documentare de specialitate

Numărul apreciabil de manifestări tehnico-științifice, pe diverse profile de specialitate, ce se organizează pe plan național sau internațional, implică diverse denumiri cum ar fi : congrese, conferințe, sesiuni de comunicări tehnico-științifice, simpozioane, mese rotunde, consfătuiri etc.

Deseori, manifestări tehnico-științifice cu rol de informare, sinteză, schimburi de opinii sau idei etc. primesc denumiri improprii, iar referatele sau rapoartele sînt denumite comunicări tehnico-științifice, ceea ce nu totdeauna concordă cu fondul și caracterul lucrărilor derulate în cadrul manifestărilor respective.

Deoarece pe plan național, cel puțin, nu dispunem de nici un fel de reglementări care să ierarhizeze și să definească manifestările tehnico-științifice în cadrul procesului de informare documentară, în cele ce urmează vom încerca să definim și să ierarhizăm principalele tipuri de astfel de manifestări, în concordanță cu dicționarele limbii române și conform punctului de vedere personal al autorului acestor rînduri.

1. Congres

În sensul manifestărilor tehnico-științifice, congresul reprezintă o întrunire națională sau internațională în care se dezbat probleme tehnico-științifice, cu caracter economic, social-cultural etc.

La congrese se prezintă, de regulă **rapoarte** de specialitate. În acest context, prin raport trebuie să înțelegem o informare scrisă sau verbală făcută de către o persoană sau de către un colectiv în fața specialiștilor participanți la congres. Aceste rapoarte prezintă probleme de sinteză pe un domeniu sau altul și ca atare nu pot fi considerate, în general, comunicări tehnico-științifice, chiar dacă ele includ rezultatele cercetărilor efectuate de diverse colective în domeniile ce formează obiectul rapoartelor respective.

Fără îndoială că în cadrul congreselor nu se exclud lucrările cu caracter de comunicări tehnico-științifice.

2. Conferință

Prin conferință, ca manifestare tehnico-științifică, trebuie să înțelegem o întrunire a reprezentanților mai multor organizații din domeniul științei și tehnicii pentru a discuta probleme de specialitate, de interes comun.

Ca și congresele, conferințele pot fi naționale sau internaționale. La conferințe se prezintă rapoarte, referate și comunicări tehnico-științifice. Prin **referat** se înțelege, în general, o apreciere critică asupra unei lucrări științifice, a unei cărți, a unui studiu etc.

În sensul manifestărilor tehnico-științifice referatul reprezintă un raport succint pe marginea unor preocupări tehnico-științifice și rezultatele acestora.

Comunicarea tehnico-științifică este o prezentare, făcută într-un cerc de specialiști, a unei lucrări științifice originale, inedite și care aparține, de regulă, celui (celor) ce o susține (susțin). Comunicarea tehnico-științifică presupune, deci, înștiințarea (informarea) auditoriului în legătură cu soluționarea originală a unei probleme cunoscute, dar nerezolvate, sau găsirea unei alte căi de rezolvare față de cele care se cunosc.

Comunicării tehnico-științifice îi aparțin cu precădere invenția și descoperirea — principalele laturi ale creației tehnico-științifice. Așadar, comunicarea tehnico-științifică înseamnă prezentarea aportului original al autorilor, a contribuției proprii a acestora la rezolvarea unor probleme de specialitate pe care le reclamă un domeniu sau altul.

De regulă, comunicările tehnico-științifice sînt rezultatele activității de cercetare experimentală (tehnică și tehnologică) și/ sau teoretică, dar pot rezulta și din domeniul exploatării și întreținerii instalațiilor, utilajelor etc., precum și din activitatea de proiectare, de construcții-montaj etc.

3. Sesiune de comunicări tehnico—științifice

Ca manifestare tehnico-științifică, sesiunea de comunicări reprezintă perioada de timp a unei întruniri în care se fac comunicările respective.

Sesiunile se organizează, de regulă, periodic, sau cu prilejul unor date deosebite, așa cum sînt de pildă sesiunile jubiliare. Uneori sesiunile se numesc **„de comunicări și referate".**

Evident, în acest caz ele cuprind în afara comunicărilor și referate.

4. Simpozion *

Simpozionul se definește drept o discuție organizată între vorbitori și public pe baza unor scurte expuneri pe diverse teme (în ceea ce ne privește, pe teme tehnico-științifice).

În practica curentă, însă, simpozionul împrumută uneori și caracterul sesiunilor de comunicări tehnico-științifice sau chiar a conferințelor (de exemplu : Simpozionul național...)

Simpozionul nu implică obligativitatea prezentării de comunicări tehnico-științifice, dar nici nu le exclude (cel puțin așa cum rezultă din practica curentă). Considerăm însă că extinderea noțiunii de simpozion se cere a fi analizată mai în profunzime în cadrul nomenclatorului de manifestări tehnico-științifice.

Aceasta, datorită faptului că unele din așazisele simpozioane naționale pe care le organizăm sînt de fapt conferințe naționale.

5. Masă rotundă

Ca manifestare tehnico-științifică, masa rotundă reprezintă o dezbatere liberă a unei probleme în cadrul unei întîlniri organizate ad-hoc, dată publicității, la care participă persoane competente în problema respectivă.

Noțiunea de masă rotundă este împrumutată din practica protocolară a conferințelor internaționale, la care, pentru respectarea egalității în drepturi, fiecare dintre părți, așezate în jurul unei mese, ocupă prin rotație postul de președinte.

* În antichitate, prin simpozion se înțelegea o continuare a unui banchet cu cîntece, dansuri și discuții variate.

6. Consfătuire

Consfătuirea reprezintă un gen de ședință în care participanții discută probleme de interes comun, axate pe o anumită tematică. Denumirea de consfătuire își are originea în verbul „consfătui", ceea ce înseamnă „a se sfătui împreună" (a se consulta).

În practica curentă, în cadrul consfătuirilor se prezintă referate spre a servi, în general, ca bază a discuțiilor. Consfătuirea poate fi considerată drept o manifestare tehnico-științifică, dar de interes practic concret, direct și cu aplicație imediată.

În loc de concluzii

Trecerea în revistă a principalelor tipuri de manifestări tehnico-științifice ce se organizează în mod curent pe plan național și internațional și definirea acestora scoate în evidență cîteva aspecte în jurul cărora se pot purta discuții în sensul clarificării lor.

N-am vorbit aici de modul specific de desfășurare care le diferențiază și le individualizează. Oricum, esențiale ni se par următoarele aspecte :

1) adoptarea unor denumiri corecte, mai aproape de conținutul și nivelul lucrărilor ce urmează a fi derulate, este o datorie importantă a organizatorilor în legătură cu pertinența denumirii acestor manifestări ;

2) utilizarea, în adevăratul înțeles al cuvîntului, a noțiunii de „comunicare tehnico-științifică" presupune înlăturarea folosirii improprii a acestei noțiuni spre a nu fi acuzați de impostură ;

3) organizarea de sesiuni de comunicări tehnico-științifice implică selecționarea lucrărilor ce se propun în sensul îndeplinirii restricțiilor privind noțiunea de „comunicare". Publicarea acestor comunicări devine obligatorie pentru a asigura prioritatea autorilor în problematica abordată.

În fine, considerăm lipsită de justificare și fairplay practica, uneori întîlnită, ca una și aceeași lucrare să se prezinte la mai multe manifestări tehnico-științifice.

Autorul acestor rînduri ar fi încîntat dacă și alți colegi și-ar expune punctul de vedere în legătură cu tema pusă în discuție.

Ing **ROMULUS SFICHI**
FRE Suceava

*De la Comitetul Membru Român al Consiliului Mondial al Energiei WEC — CME**

Între 25 și 30 septembrie 1992 s-au desfășurat lucrările celui de-al XV-lea Congres al Consiliului Mondial al Energiei, un eveniment de mare amploare și importanță în lumea energeticienilor.

În finalul Congresului au fost prezentate concluziile și recomandările reieșite din dezbaterea rapoartelor prezentate. Documentul este adresat atît guvernelor și autorităților din diferite state ale lumii, cît și publicului larg și comunității tehnice internaționale.

CMR al CME, apreciind importanța acestui document îl propune spre publicare revistei ENERGETICA, în care scop textul tradus și adaptat în limba română este redat în cele ce urmează.

dr ing. CĂLIN MIHĂILEANU
vicepreședinte al CMR al CME

„ENERGIA ȘI VIAȚA" UN PUNCT DE COTITURĂ

— raport prezentat de dl. **JOHN BAKER,** vicepreședinte al Comisiei de Programe a CME, Madrid, Spania, 25 septembrie 1992 —

După cinci zile de dezbateri prelungite, pe parcursul cărora am ascultat 470 de vorbitori și am examinat 250 de rapoarte, s-ar putea ca în acest rezumat să nedreptățesc prin omisiune multe dintre ideile valoroase care au fost lansate aici. Tonul congresului nostru a fost dat de însuși Majestatea Sa Regele, cînd la ceremonia de deschidere a spus : *„Calitatea vieții depinde în foarte mare măsură de disponibilitatea energiei. Energia este o componentă fundamentală a societăților noastre. Este necesar să se promoveze inovația tehnologică și structuri noi socio-economice pentru ca oamenii să aibă acces în condiții acceptabile la totalitatea resurselor energetice de care au nevoie".*

Declarația de la Madrid

De la Congresul al 14-lea al CME de la Montreal, am fost martorii unor schimbări politice fundamentale în fosta URSS și în Europa Centrală. S-a purtat un război de proporții în zona petrolieră a Golfului. În Africa și în alte locuri continuă să existe război și sărăcie. Recesiunea a produs suferință în țările industrializate și în acele țări în curs de dezvoltare care depind de exportul de mărfuri pe care-l realizează. Multe țări în curs de dezvoltare ajung fără dezvoltare economică, fără acces la sursele financiare și tehnologiile necesare și fără piețele sau cadrul instituțional care să le permită inițierea sau susținerea procesului de dezvoltare.

Ideile principale

Totuși, în ciuda acestor numeroase situații dificile și conflictuale cu care ne confruntăm, congresul nostru a dat dovadă de o extraordinară coerență în fața tuturor acestor incertitudini și probleme. Această coerență este fundamentată pe acceptarea unanimă a trei aserțiuni de bază :

I. Cea dintîi operațiune prioritară care trebuie abordată este **reducerea sărăciei în țările în curs de dezvoltare,** unde un miliard de oameni — sau mai mult — au în față perspectiva unei vieți scurte periclitate de boli și în condiții sociale înjositoare. Starea lor poate fi ameliorată doar printr-o dezvoltare economică adecvată. Alimentarea cu energie este vitală pentru asigurarea acestei dezvoltări economice, iar utilizarea sporită a resurselor energetice în susținerea acestui proces este o condiție sine qua non, deși unele regiuni s-ar putea să cunoască o foarte slabă creștere energetică pe cap de locuitor în viitor sau chiar deloc.

II. **Dezvoltarea economică** prin utilizarea mai intensă a resurselor energetice și o protecție a mediului înconjurător natural, care nu sînt în opoziție antagonistă sub forma unui conflict între bine și rău, așa cum se credea odată. Acestea sînt două fețe ale aceleiași monezi numită „sustenabilitate". Astfel, se poate argumenta că un standard de viață mai ridicat în

* A se vedea și revista ENERGETICA nr. 4, seria A din 1992, p. 123 – 133

țările în curs de dezvoltare poate aduce cu sine perspectiva unei încetiniri a creșterii demografice, care este ea însăși o sursă majoră de utilizare intensă a resurselor și de degradare a mediului. De asemenea, un standard de viață mai ridicat oferă și mijloace mai bune de protejare a mediului înconjurător local, atît de des degradat din cauza vicisitudinilor sărăciei.

III. **Pentru următoarele aproximativ trei decenii nu există perspectiva unei penurii mondiale de resurse energetice** ca atare. Pe de altă parte, nu există nici o soluție tehnologică iminentă sau revoluționară care să crească livrările de energie sau protecția mediului. Aceasta înseamnă că trebuie să facem față cu ceea ce avem distribuției inegale a resurselor energetice și naturii globale a deteriorării majore a mediului.

Măsura în care popoarele lumii își pot concerta acțiunile pentru a aborda aceste trei direcții principale va constitui un punct de plecare în aprecierea acestui congres și a viitoarelor lucrări ale CME, a acțiunilor guvernelor naționale și eficacității instituțiilor internaționale ale lumii. Evident, acest congres nu a oferit toate răspunsurile, dar cu siguranță marchează un număr de momente de răscruce.

Principalele concluzii

În urma dezbaterilor congresului în ansamblu, și în special din rezumatul raportului Comisiei CME „Energie pentru lumea de mîine", se pot trage următoarele concluzii principale :

Nevoile țărilor în curs de dezvoltare

Jumătate din populația actuală a globului nu are acces la resursele comerciale de energie. Mulți dintre cei 2,8 miliarde de locuitori care se vor naște pînă în anul 2020 nu vor avea acces la astfel de resurse comerciale. Din acest motiv trebuie să ne concentrăm asupra nevoilor țărilor în curs de dezvoltare. A realiza aceasta într-un mod susținut reprezintă un nou deziderat, atît pentru guverne, cît și pentru sectorul privat, și necesită o reevaluare radicală a multor aspecte ale strategiilor energetice. Faptul că noi recunoaștem această necesitate marchează un moment de răscruce pentru comunitatea energetică.

În special țările dezvoltate trebuie să-și asume rolul conducător pentru facilitarea mobilizării resurselor financiare locale sau globale adecvate și transferului de tehnologie către țările în curs de dezvoltare. Dacă nu vor reuși să facă aceasta, livrările economice și accesibile de energie care să vină în întîmpinarea nevoilor fundamentale și creșterii economice în țările în curs de dezvoltare vor fi foarte mult întîrziate. Totuși nu există perspectiva oferirii pur și simplu a acestor fonduri.

De aceea, este absolut imperativ ca națiunile aflate în curs de dezvoltare să adopte — în cadrul unor reglementări guvernamentale corespunzătoare — structuri ale economiei de piață și aranjamente instituționale stabile, care să atragă finanțarea prin credite și cumpărarea de acțiuni din partea țărilor OECD și a companiilor din acestea.

Condițiile pentru satisfacerea nevoilor de energie

Cererea de energie va crește substanțial ca urmare, în principal, a creșterii populației, **iar combustibilii fosili vor rămîne aproape sigur principala sursă de energie primară în următoarele cîteva decenii.** Satisfacerea cererii crescînde de energie cu un apel minim la resurse necesită acțiuni în următoarele domenii :

— **prețurile energiei trebuie ajustate pentru a reflecta costurile totale**, inclusiv anumite costuri legate de protecția mediului, astfel încît consumatorii de energie de pretutindeni să știe care sînt consecințele acțiunilor și preferințelor lor, în așa fel încît utilizarea resurselor materiale și financiare să fie optimizată cu privire la investițiile în domeniul aprovizionării cu energie în mod eficient, iar fondurile de investiții să poată fi mobilizate la scară mondială ;

— **subsidiile pentru energie trebuie eliminate, iar pieţele liberalizate**, astfel încît forțele de piață competitive să fie liberalizate în scopul oferirii unei livrări corespunzătoare de energie mai degrabă prin diversificare decît prin protecționism și aceasta la prețul real al livrării ;

— **barierele internaționale** puse comerțului cu energie și concurenței în domeniul energetic **trebuie desființate** ;

— **trebuie să se dezvolte și să se respecte cu sfințenie cadrul instituțional de legi, regulamente și căi de acces la piață în toate țările și aceasta de așa manieră încît să fie încurajată mișcarea liberă a fondurilor în toată lumea.** Părerea predominantă pare a fi aceea că volumul financiar necesar unei abordări susținute a asigurării livrărilor de energie pentru economiile în curs de dezvoltare și cele în tranziție ar putea să nu exceadă în termeni absoluți capacitatea piețelor mondiale — dacă va fi eșalonat în timp.

Bineînțeles, trebuie să recunoaștem că nici una din aceste schimbări nu se va realiza peste noapte.

Dezvoltarea sustenabilă

În prezent este unanim recunoscut faptul că trebuie, cu ajutorul conceptului de dezvoltare sustenabilă, să se găsească o metodă de reconciliere a cererilor vitale de creștere economică cu preocuparea legitimă de a proteja planeta și locuitorii ei. În acest congres am confirmat faptul că protecția mediului și dezvoltarea economică pot fi făcute să meargă mînă în mînă și că nu trebuie să mai fie considerate ca două aspecte diametral opuse. Acesta este un alt punct de răscruce pentru comunitatea energetică și ar trebui să devină punct de răscruce și pentru grupurile ce militează pentru protecția mediului și pentru ecologiști. Îi invităm să colaboreze constructiv cu noi în căutarea unor soluții realiste la problemele comune.

Strategii pentru protecția mediului și o strategie a „Regretului minim" pentru schimbarea climei

Există riscul unei deteriorări locale, regionale și globale a condițiilor de mediu în cazul în care nu se iau contramăsuri serioase. Trebuie depuse eforturi hotărîte pentru abordarea problemei poluării locale și regionale prin adoptarea unor tehnologii și mai curate și prin descurajarea modurilor de utilizare a energiei mai poluante și mai risipitoare. Rezolvarea acestor probleme locale și regionale are prioritate față de efectele potențiale ale schimbărilor climatice pentru majoritatea oamenilor. Cu toate acestea, avînd în vedere incertitudinile existente legate de schimbarea climei nu trebuie subestimate riscurile potențiale ale acesteia. Trebuie adoptată o strategie a „regretului minim" față de schimbarea potențială a climei, contrabalansată prin măsuri preventive și studii în continuare. Studiile ulterioare trebuie să încerce a îmbunătăți baza științifică a înțelegerii noastre, mai ales în legătură cu sursele și punctele unde sînt absorbite gazele de seră și cu interacțiunile aerosolilor, norilor, vulcanilor și altele. Măsurile de precauție trebuie să pună accentul pe conservare, eficiență sporită în producerea și utilizarea energiei, și pe dezvoltarea unor surse de combustibil fără carbon și a unor strategii ecologice corespunzătoare. Avînd în vedere că resursele financiare disponibile sînt limitate, pare rațional ca măsurile preventive să se concentreze prioritar în acele țări care în viitor vor fi cele mai mari surse de emisii de CO_2, profitînd de faptul că acele țări prezintă acum și tendința către o eficiență energetică scăzută. Rămîne de văzut dacă vor fi sau nu necesare măsuri fiscale, iar dacă da, care anume.

Totuși, ar fi un lucru înțelept dacă guvernele însele și instituțiile internaționale ar începe să acorde mai multă atenție modului optim de adaptare a lumii noastre la consecințele modificării climatice în cazul în care previziunile pesimiste se adeveresc. **CME însuși este dispus să joace un rol activ în continuarea preocupărilor în întreg domeniul referitor la schimbarea potențială a climei.**

Perspective de aprovizionare . . .

Deși nu se prevede o criză globală de resurse energetice pe termen mediu, distribuția resurselor energetice și accesul la ele sînt inegale. Creșterea dependenței față de import, împreună cu prelungirea distanțelor de alimentare vor crea probleme de disponibilitate și de determinare a prețurilor chiar și în următorii 30 de ani. Combustibilii fosili vor rămîne de bază : este probabil că vor cunoaște o creștere în termeni absoluți în orice scenariu realist. Tot astfel, nici o singură sursă nouă de energie nu se întrevede în perspectivă, cel puțin în următoarele cîteva decenii.

Prin urmare nu putem decît să utilizăm mai bine ceea ce avem și să încercăm să diversificăm sursele noastre de energie. Însă, chiar dacă nu este previzibilă o criză de alimentare în viitor nu trebuie să manifestăm automulțumire în domeniul progresului tehnic dacă dorim să satisfacem exigențele sustenabilității și să avem grijă de mediul înconjurător. Comu-

nitatea energetică, iar în spatele acesteia, instituţiile guvernamentale şi interguvernamentale, trebuie să îşi concentreze eforturile pentru :

• îmbunătăţirea randamentului de funcţionare al instalaţiilor existente şi reducerea emisiilor, mai ales în ţările în curs de dezvoltare şi în cele aflate în tranziţie ;

• dezvoltarea tehnologiilor care promit randamente de producţie mai mari şi protecţie mai bună a mediului ;

• reducerea costurilor de investiţie pentru punerea în valoare a resurselor energetice reînnoibile ;

• îmbunătăţirea eficienţei la utilizarea instalaţiilor consumatoare de energie şi a mijloacelor de transport.

... avînd în vedere sustenabilitatea

Pe scurt, eforturile trebuie concentrate asupra a trei mari direcţii de acţiune :

• programe pozitive care să încurajeze conservarea raţională a energiei de către consumatorii de pretutindeni şi care să îmbunătăţească randamentul energetic al mijloacelor de producţie mondiale folosite în producere şi consum ;

• programe pozitive care să încurajeze dezvoltarea surselor noi de energie cu recunoaşterea limitelor acestora şi a impactului lor asupra mediului ;

• susţinerea şi dezvoltarea capacităţilor din întreaga lume în vederea desfăşurării unor programe energetice nucleare cu grad înalt de siguranţă şi fără a suscita îngrijorarea publică nejustificată.

Dezvoltarea unor tehnologii sustenabile

Dezvoltarea tehnologică este cheia unui viitor sustenabil : în loc să fie redusă din cauza problemelor economice curente, trebuie să fie încurajată. Pentru aceasta este nevoie de o perspectivă strategică a R & D nu una tactică legată de costuri energetice mici şi cu perspectiva continuării unor livrări abundente pe termen scurt. Şi aici priorităţile de prim ordin sînt îmbunătăţirea randamentului energetic şi a tehnologiilor curate, sursele noi de energie şi energia nucleară. Nu trebuie să întoarcem spatele energiei nucleare, cu condiţia ca preocupările larg răspîndite ale opiniei publice privind securitatea funcţională şi eliminarea sigură a deşeurilor energiei nucleare să fie satisfăcute în mod deschis şi în întregime, iar problema reactoarelor din Europa de Est şi din Comunitatea Statelor Independente să fie rezolvată eficient.

Eficienţa energetică şi taxa pe carbon

Fără îndoială că acceptarea acordării de prioritate eficienţei energetice în utilizare, protecţiei mediului şi anticipării consecinţelor posibile ale schimbărilor climatice marchează din nou un moment de cotitură în cadrul comunităţii energetice eliberată de dominaţia tehnologiei, economicului şi de defensiva instituţională a furnizorilor. În acest context, dezbaterile nesfîrşite asupra oportunităţii introducerii de taxe pentru consumul de carbon (conţinut în combustibilul consumat) şi asupra energiei sînt mai degrabă o reflectare a îndoielilor cu privire la meritele propunerilor aflate în prezent la ordinea zilei decît expresia dorinţei de protejare a intereselor furnizorilor. În orice caz, introducerea unor noi taxe energetice pare că va fi lentă, întrucît un consens internaţional prealabil este o condiţie indispensabilă. Politicienii nu pot ignora opinia publică şi în vreme ce publicul este evident din ce în ce mai sensibil la problemele legate de mediu şi cere produse din ce în ce mai curate şi mai inofensive faţă de natură nu pare încă să fi ajuns la momentul crucial al recunoaşterii faptului că atitudinea sa de consumator este principala cauză a poluării mediului şi că aceia care poluează trebuie să plătească.

Priorităţi diferite pentru diferite economii

Congresul a urmat în mod clar modul de abordare al Comisiei CME **„Energie pentru lumea de mîine"** a multora din aceste probleme. A existat o distincţie clară între priorităţile energetice ale diferitelor categorii de economii — în dezvoltare, în tranziţie şi dezvoltate :

• pentru ţările în curs de dezvoltare, chestiunile principale sînt creşterea economică şi accesul la surse de alimentare corespunzătoare ;

• pentru țările din fosta U.R.S.S. și din Europa de Est care se află în tranziție, problemele principale sînt modernizarea infrastructurii de aprovizionare, promovarea unei utilizări raționale a energiei și trecerea la politici și întreprinderi cu orientare spre economia de piață;

• pentru țările dezvoltate, problemele dominante sînt asigurarea unei tot mai mari eficiențe energetice și îmbunătățirea continuă a tehnologiilor folosite de acestea atît în propriile țări, cît și în străinătate.

Cerința care se impune pentru instituțiile cu vocație mondială este de a se ridica deasupra acestor priorități diferite, să asigure un progres larg pe toate fronturile și să nu îngăduie intereselor sectoriale să blocheze progresul. Prin urmare, acestea trebuie să pună accentul pe încurajarea pieței deschise în cadrul unor reglementări guvernamentale adecvate, cît și pe transferul de tehnologie și pe îmbunătățirea bazei profesionale și manageriale a țărilor mai puțin dezvoltate.

Recomandări

Concluziile noastre s-au îndreptat spre direcții strategice care rezultă din consensul de la dezbaterile congresului. Ele avansează propuneri generale referitoare la prioritățile care se află în fața comunității energetice și la natura cadrului politic și economic pe care trebuie să-l încurajeze guvernele și instituțiile internaționale. Concluziile se referă în mod clar la acțiunile care se cer întreprinderilor, guvernelor și instituțiilor internaționale. La un congres cu peste 3 000 de participanți, noi nu am încercat să elaborăm planuri detaliate pentru viitoare acțiuni. Ceea ce am făcut a fost să atragem atenția asupra a ceea ce după părerea noastră — a celei mai importante întruniri mondiale de experți și manageri energeticieni — este adevărata stare de lucruri și ordinea prioritară a problemelor tuturor celor implicați în lupta pentru asigurarea de servicii energetice curate, fiabile și accesibile tuturor oamenilor. Și trebuie să ne facem recomandări și nouă înșine în legătură cu ceea ce trebuie **noi** să facem pentru a duce lucrurile înainte.

Acțiunile internaționale necesare

La nivel internațional sînt trei acțiuni care cer o atenție deosebită :

I. Este necesar ca instituțiile internaționale să atace serios, în mod susținut și cît mai urgent, organizarea unor programe de „regret minim" și a unor măsuri ajustabile care să facă față posibilei schimbări climatice, pe o bază internațională.

II. Facem din nou apel către Națiunile Unite, tot astfel ca și la încheierea congresului din 1989 de la Montreal, ca să furnizeze un mecanism în vederea unei mai bune comunicări între țările industrializate și țările în curs de dezvoltare privind transferul de tehnologie, management și formare de cadre și mobilizarea fondurilor de investiție pentru a trata cît mai urgent nevoile de energie ale țărilor în curs de dezvoltare.

III. Ne însușim recomandarea reieșită de la sesiunea specială consacrată energiei nucleare în Europa de Est și în Comunitatea Statelor Independente, și anume că fiecare țară care face parte din OECD să asigure imediat fondurile necesare sprijinirii propriilor livrări de bunuri și servicii care să ajute la identificarea și efectuarea îmbunătățirilor adecvate la centralele nucleare din acele țări, precum și fondurile pentru valorificarea de surse alternative de energie acolo unde acestea sînt indicate — un efort de multe miliarde de dolari necesitînd exercitarea unei voințe politice hotărîte.

Necesitatea de a influența gîndirea unor cercuri mai largi

În ceea ce privește ceea ce trebuie să facem noi înșine, prima noastră recomandare este pentru comitetele membre : să ia aceste concluzii și să le supună atenției guvernelor, parlamentarilor, ziariștilor și altor formatori de opinie din țara lor. Doar prin susținerea continuă a ideilor acestui congres la cele mai înalte niveluri decizionale se poate crea o atmosferă generatoare de acțiune.

Noi inițiative în legătură cu țările în curs de dezvoltare și cele cu economiile aflate în tranziție

În al doilea rînd, abordarea de jos în sus practicată de grupurile regionale și de întrunirile regionale,care au furnizat foarte multe informații pentru munca excelentă a Comisiei CME „Energie pentru lumea de mîine", trebuie continuată și dezvoltată. Aceasta va necesita o implicare mai mare a comitetelor membre. În acest mod, grupuri de țări pot spera să găsească metode de

cooperare pentru înțelegere și aflarea de soluții la problemele energetice specifice regionale. Ceea ce a reieșit cel mai pregnant de la acest congres au fost îndeosebi problemele energetice ale țărilor în curs de dezvoltare și ale celor cu economii în tranziție. Aceasta duce la două recomandări specifice în vederea acționării în colaborare :

• CME va prelua el însuși conducerea în ceea ce privește inițierea procesului de activitate comună între membri pentru a elabora planuri specifice care să vină în întîmpinarea nevoilor energetice ale țărilor în curs de dezvoltare sau ale unor grupuri de astfel de țări. O astfel de activitate poate cuprinde probleme tehnice privind furnizarea energiei, utilizarea energiei și protecția mediului înconjurător, asigurarea cadrului legal și instituțional necesar nevoilor de școlarizare, modalitățile de mobilizare a necesarului de resurse financiare globale și locale pentru investiție.

• CME va stabili, de asemenea, un grup de lucru pentru a studia în detaliu maniera în care țările din Comunitatea Statelor Independente și din Europa de Est cu economie de tranziție pot fi ajutate să traverseze în cît mai scurt timp și cît mai eficient această tranziție în domeniul energeticii, care este posibil să dureze cîțiva ani. Astfel, acest grup de lucru ar putea examina în detaliu modul optim de ameliorare a performanței infrastructurii energetice existente, posibilitățile de reducere a poluării mediului de către centralele existente și modul de stabilire a unui cadru economic și legal pentru piețe energetice corespunzătoare în aceste țări.

CME : la un punct de răscruce

În vederea sprijinirii acestor noi dezvoltări trebuie întreprinși pașii necesari pentru evoluția propriei noastre organizații — Consiliul Mondial al Energiei. De-a lungul timpului, CME a evoluat de la un forum al furnizorilor de energie, reprezentînd predominant industria energiei electrice, la o organizație multi-energetică. Dintr-o organizație preocupată în primul rînd de schimburile de experiență tehnică, a devenit o organizație care examinează energia în contextul problemelor sociale, economice și de mediu. Acum, Adunarea Executivă a CME a confirmat necesitatea concentrării atenției organizației și mai precis asupra abordării acelor probleme prioritare care au fost evidențiate la acest Congres.

În consecință, s-a hotărît să se avanseze în evoluția congreselor noastre, construind pe etapele parcurse la Cannes, Montreal și Madrid o tot mai mare concentrare în munca CME. În special noi trebuie să completăm munca Comisiei, a cărei gîndire a fost larg confirmată de acest congres, și să continuăm a construi pe baza ei de acum înainte. Pentru asigurarea unei abordări sistematice a acestui viitor program de lucru și privind spre congresul de la Tokio din 1995, intenționăm să testăm noi studii pentru perioada 1992/1995 prin relevanța lor față de unul sau mai multe din următoarele domenii vaste :

• accesibilitatea energiei pentru țările în curs de dezvoltare ;
• eficiența energetică ;
• dezvoltare și transfer de tehnologie ;
• probleme de mediu locale, regionale sau globale.

Concentrîndu-ne mai mult activitățile, apare o nevoie mai mare pentru precizie în recomandările noastre. Multe din domeniile în care lucrăm sînt controversate ; unele pot deveni astfel chiar din ce în ce mai mult. Noi reprezentăm toate formele de energie și trebuie să ne simțim cu toții pregătiți să înaintăm împreună, în ciuda unor diferențe între interesele noastre sectoriale. Trebuie să stabilim o bază clară de la care să pornească recomandări concrete în viitor întemeiate pe eventualele concluzii și recomandări ale Comisiei noastre CME. Prin aceasta vom dispune de mesaje temeinic fundamentate, care să fie promovate printr-o strategie de marketing a CME.

Deci, cum stăm cu marketing-ul ? Care este viitoarea noastră misiune pentru membrii noștri ? Cui ne adresăm ? Pe cine vrem să influențăm și ce dorim să spunem ? În limbaj de afaceri, ceea ce ne trebuie este o strategie de marketing, care să includă publicațiile noastre, serviciile către membrii noștri și sfaturile pe care le oferim guvernelor și organizațiilor instituționale. Aceasta va implica ceva mai mult decît conferințe de presă despre concluziile viitoarelor noastre congrese. Va implica o abordare solidă, bine documentată și strategică a comunicațiilor ca parte integrantă a capacității Biroului nostru Central. Acesta va fi subiectul unui raport pentru următoarea întrunire a Adunării Executive. E de prisos să spun că vom face din aceste dezvoltări un adevărat moment de răscruce pentru CME, spre folosul nostru reciproc, numai cu sprijinul nemijlocit al Comitetelor noastre Membre și al membrilor acestora.

Părăsim acest congres cu un program de acțiune care aproape în totalitate privește în afară, spre lumea reală, acolo unde problemele legate de energie vor crește fără îndoială, oferind noi solicitări pentru următorul nostru congres. Iar acum, să pornim și să ducem aceste concluzii și recomandări guvernelor noastre și altor factori decizionali și formatori de opinie.

50 DE ANI DE LA ÎNCEPUTURILE LUCRĂRILOR PENTRU ADUCEREA GAZELOR NATURALE ÎN BUCUREȘTI

În orașul București s-a folosit combustibil gazos din secolul trecut, și anume din anul 1871, cînd, pe baza unei concesiuni pe 40 de ani dată de primăria municipiului București în anul 1868, s-a început distribuirea gazului din cărbuni. Utilizarea principală era atunci la luminatul străzilor centrale și în puține locuințe, distribuirea făcîndu-se prin conducte de fontă de la o uzină instalată la Filaret.

Deși exploatarea nu se făcea în cele mai bune condiții, introducerea acestui luminat a fost un mare progres edilitar, față de luminatul cu lumînări și cu petrol.

Administrația comunală s-a preocupat de îmbunătățirea și extinderea exploatării gazului, precum și de introducerea electricității, dar abia la începutul acestui secol s-a ajuns la soluționare, prin constituirea în 1906 a Societății Generale de Gaz și de Electricitate — S.G.G.E., întreprindere cu capital străin, căreia i s-a concesionat pe 40 ani exploatarea electricității și gazului. S.G.G.E. a construit centrala electrică Filaret, a instalat rețeaua electrică și a dezvoltat rețeaua de distribuție a gazului.

Este de remarcat că populația aprecia gazul folosindu-l la luminat și la necesități menajere.

În 1923 S.G.G.E a fost naționalizată prin răscumpărare de către municipiu a acțiunilor deținătorilor străini. Instituindu-se o conducere românească, s-a desfășurat o activitate intensă de electrificare și s-a inițiat proiectul alimentării capitalei cu gaze naturale, soluție superioară alimentării cu gaze din cărbuni.

După 1930, noul director general al S.G.G.E., inginerul Nicolae Caranfil, a intensificat acțiunile privind alimentarea cu gaze naturale, care a devenit un obiectiv esențial. Resursele folosibile erau gaze asociate cu petrolul, în principal din județul Prahova, deci apropiate de București, și gaz metan din Transilvania, din zăcăminte aflate la mare distanță de București. Cu toate studiile întreprinse și tratativele duse cu societățile petroliere nu s-a putut obține angajarea acestora la o livrare comună de gaze, în cantități suficiente și cu continuitate, pe o perioadă relativ îndelungată. Motivarea acestora era tendința de epuizare a rezervelor de țiței, cu care erau asociate gazele.

În condiții de livrări incerte nu era posibil ca S.G.G.E. să investească sume importante în conductă de transport și rețea de distribuție în București.

Față de piedicile folosirii gazelor din apropiere s-au inițiat studii de procurare a gazelor din variate zăcăminte din Transilvania. Soluția realizabilă era o livrare de la circa 300 km, cu necesitate de stații intermediare de recomprimare. În astfel de condiții tehnice gazul natural ar fi trebuit să fie distribuit la preț mult mai mare decît al combustibililor uzuali în București, ceea ce nu ar fi fost acceptat de populație.

Cu toată stăruința lui Nicolae Caranfil pentru rezolvarea problemei încălzitului urban în capitală, piedicile erau mari.

Între timp România a intrat în război, ceea ce însemna amînarea proiectului.

Dar surprinzător, au apărut două evenimente în favoarea alimentării cu gaze naturale:

— descoperirea, în urma explorărilor făcute de întreprinderea de stat ACEX, de zăcăminte de gaze naturale, independente de țiței, adică de gaze similare celor din Transilvania, la Mănești—Vlădeni—Aricești în apropiere de Ploiești;

— solicitarea insistentă a Germaniei de-a se mări livrarea de produse petroliere.

Cele două evenimente au fost conexate în felul următor:

1. S-a decis ca gazele naturale descoperite să fie destinate capitalei și să fie exploatate pînă la epuizare, întreprinzîndu-se între timp lucrările de aducere a gazelor din Transilvania. Această soluționare în două etape avea toate avantajele.

2. La cererea germană s-a răspuns cu admiterea măririi livrărilor de produse petroliere, prin înlocuirea în consumul capitalei a produselor petroliere cu gaze naturale.

În acest scop Germania s-a angajat să furnizeze conductele de oțel necesare, cu accesoriile lor. Cu toate că industriile germane erau foarte afectate de bombardamentele aeriene ale aliaților, conductele au fost livrate conform specificărilor românești.

Conducerea de stat sesizînd importanța națională a proiectului, pentru care acționase Nicolae Caranfil, a decis executarea prin colaborarea tuturor instituțiilor care aveau implicații cu acest obiectiv: Societatea Națională de Gaz Metan, în calitate de deținătoare a gazelor din Transilvania; A.C.E.X. în calitate de exploatatoare a gazelor din regiunea Mănești—Vlădeni—Aticești; Regia Autonomă CFR, în

calitate de responsabilă a transporturilor de hidrocarburi prin conducte și Societatea Generală de Gaz și de Electricitate din București, în calitate de distribuitoare a gazelor în București.

Asocierea acestora, desfășurarea proiectului și modul de finanțare au fost cuprinse în decretul-lege pentru alimentarea Municipiului București cu gaze naturale combustibile, publicat în Monitorul Oficial din 20.10.1942, devenit legea 777.

A fost obiectivul tehnic de cea mai mare amploare din perioada interbelică.

Deși în plin război, lucrările etapei I au fost executate conform proiectului, care cuprindea :

— sistemul de transport Mănești—București (Ciurel), realizat în conductă subterană, în lungime de 53 km, cu diametrul de 12 3/4", în greutate totală de 5500 t, pentru gaze la presiune de plecare de 20—25 ata, debit de 230 000 m^3/zi ;

— stație de primire a gazelor la Ciurel ;

— sistemul de distribuție a gazelor în București cuprinzînd :

- un inel subteran de medie presiune 6 kg/cm^2 din conducte cu diametrul de 622 mm, cîntărind 165 kg/m, în lungime de circa 20 km, pozat în principal pe străzile centurii interioare a orașului (cu dificultăți de execuție din cauza întîlnirii a multor și variate instalații subterane, de apă, canal, electricitate, telefoane) ;
- ramificații din inel și o transversală diametrală ;
- stații reductoare de presiune ;
- rețea de joasă presiune.

— sistemul de alimentare a abonaților cuprinzînd :

- racorduri la rețelele de medie sau joasă presiune ;
- reductoare de presiune ;
- contoare ;
- instalații interioare.

Pentru prima fază de alimentare cu gaze s-a prevăzut următoarea restricție : „Pe tot timpul cît România va fi în stare de război, S.G.G.E. va distribui gazele în București Centralei Electrice Grozăvești și industriilor ce vor înlocui păcura de ars prin gaze". Se estima că astfel se vor substitui 120 t păcură / an prin gaze.

Pentru distribuția gazelor s-a prevăzut un prim program de 14 ani, în cursul căruia necesitățile anuale de gaze urmau a crește treptat pînă la 500 milioane m^3.

Executarea rețelelor în București în 1943—1944 a fost îngreunată de bombardamentele aeriene, care au avariat aceste rețele în 68 de puncte, necesitînd reparații. Totuși, datorită activității intense desfășurate de S.G.G.E. nu a fost depășit termenul fixat pentru începerea livrării de gaze în București.

Primul consumator alimentat a fost Centrala Termoelectrică Grozăvești (la unul din cazanele Löffler) începînd de la 18.06.1943, iar prima locuință la 7.12.1944.

Etapa II a alimentării cu gaze naturale, din Transilvania, a fost executată după terminarea războiului.

Conform concepției S.G.G.E. gazele naturale trebuiau să rezolve în principal problema încălzitului și cerințele menajere ale populației.

După 1950 concepția utilizării gazelor naturale a fost modificată.

Pentru viziunea și stăruința inginerului Nicolae Caranfil de realizare a acestui obiectiv, necesar capitalei, merită ca amintirea lui să fie relevată.

Colaboratorii săi principali au fost inginerii : Paul Cartianu, Traian Covalschi, Filip Radu, A. Ion, Ștefan Rădulescu, I. D. Stăncescu, Mihai Sprincenatu și Gh. Ștefan.

ing. PAUL CARTIANU

JUMĂTATE DE SECOL DE LA APARIȚIA REVISTEI „ TEHNICA ȘI VIAȚA"

S-au împlinit 50 de ani de la apariția revistei „Tehnica și viața" (primul număr a apărut la 1 octombrie 1942); înființată din inițiativa inginerului Nicolae Caranfil, înregistrînd succese deosebite în curs de 4 ani, a fost suprimată la sfîrșitul anului 1945.

Obiectivul acestei publicații era acela de a lega activitatea tehnică de cele umaniste în scopul interconectării domeniilor și al cunoașterii reciproce. Totodată revista își propunea să difuzeze necesitatea executării în România a unor importante lucrări publice, care să fie suport la dezvoltarea economică. Tratînd astfel de probleme revista își îndeplinea și rolul de a „forma și lămuri elementele de conducere din întreprinderile tehnice și din organismele statului".

Cu caracter interdisciplinar, axat pe tehnică, periodicul a atras colaborarea a numeroase personalități competente și cu răspunderi în diferite domenii.

La această aderență a contribuit și seriozitatea expunerilor, precum și calitatea deosebită a editării, pe care nu le îndeplinea alt periodic.

Dintre principalii colaboratori ai revistei menționăm următoarele personalități: ing. Nicolae Caranfil, prof. E. M. Brancovici, prof. arhitect Duiliu Marcu, prof. dr. Matei Balș, ing. I. V. Herescu și alții.

Din tematica revistei se pot menționa probleme de energetică, transport, agricultură etc.

Revista poate fi consultată la Biblioteca Academiei.

Ing. PAUL CARTIANU

Din energetica mondială

URIAȘA AMENAJARE DE PE FLUVIUL YANTZE

Ideea susținută de Sun Yat-Sen (1866—1925), conducătorul revoluției chineze din 1911, ca urmare primul președinte al Republicii Chineze, de a se realiza o amenajare uriașă pe fluviul Yantze (Albastru) s-a transformat în hotărîre, luată în primăvara anului 1991 de Congresul Național al Poporului.

Fluviul izvorăște în Tibet, străbate defileuri sălbatice, trece prin Bazinul Roșu, de la Hankeu este navigabil pe ultima mie de km, se varsă după un parcurs de 5500 km în Marea Chinei, printr-o deltă de 80 000 km².

Se prevede să se execute un baraj la locul numit al Celor trei defileuri, situate în provinciile Hubei și Sichuan, care va creea un lac cu o suprafață de 250 km² și o centrală electrică de 18 000 MW, depășind cu mult cele mai mari centrale existente în lume.

Lucrările vor începe în 1996, vor dura 15 ani și vor costa peste 10 miliarde de dolari; vor fi deplasați, de la amplasamentul lacului, un milion de locuitori. Preocupă problema cantității de nămol transportate de apă, care va fi de circa 520 milioane tone/an.

Acest lac va proteja de inundații catastrofale în aval.

(Din: National Geographic, decembrie 1992)

Ing. PAUL CARTIANU

MORATORIUL GUVERNULUI ITALIAN DIN 1987 ARE EFECTE NEGATIVE ASUPRA ENERGETICII ITALIENE

În publicaţia italiană, „**21-mo Secolo Scienza e Tecnologia**" a apărut o propunere de manifest destinată difuzării largi în masa publicului italian pentru obţinerea de semnături în scopul influenţării opiniei publice italiene pentru încetarea moratoriului decretat de guvernul italian în 1987, privind producerea de energie electrică din surse nucleare.

Acest manifest încearcă să clarifice un număr de concepte fundamentale asupra cărora publicul nu a fost corect informat.

În particular se atrage atenţia asupra faptului că, deoarece energia nucleară nu produce emisiuni gazoase şi în special de CO_2, aceasta este cea mai potrivită soluţie pentru rezolvarea problemei efectului de seră.

Organul oficial al forumului italian al energiei nucleare al cărui preşedinte onorific este cunoscutul profesor inginer Arnaldo M. Angelini, „*Atomul şi industria*" reproduce în numărul său din martie-aprilie 1992 acest manifest şi prezintă în cîteva articole dificultăţile pe care ENEL şi energetica italiană le au de suportat în urma acestui moratoriu, dintre care menţionăm :

— energia importată este mai *ieftină* decît cea produsă de ENEL ;

— s-a agravat considerabil dependenţa Italiei de importul de energie.

Reproducem, tradus în limba română, manifestul sus-citat, care prin concizie şi profunzime exprimă esenţa unei politici energetice valabile nu numai pentru Italia, ci şi pentru orice ţară, ca şi pentru comunitatea mondială în ansamblu.

dr. ing. EUGENIU PAVEL

MANIFEST

Guvernul italian a decretat în 1987 un moratoriu asupra producţiei de energie electrică din surse nucleare. După 5 ani această decizie s-a dovedit dăunătoare din punct de vedere economic în contextul ştiinţific, tehnologic şi industrial al ţării noastre.

În această privinţă, pentru a risipi îndoielile şi a contrazice prejudecăţile difuzate în opinia publică în ceea ce priveşte utilizarea energiei produse din surse nucleare, semnatarii acestui manifest vor să aducă la cunoştinţă cetăţenilor unele date ştiinţifice obiective, în prezent universal acceptate.

Energia nucleară este sursa energetică cea mai curată şi mai durabilă dintre cele utilizate sau disponibile astăzi în lume.

Energia nucleară este sursa **cea mai curată**, deoarece producerea energiei făcîndu-se fără ardere nu dă naştere nici unui fel de emisii. Este un fapt obiectiv de necontestat, recunoscut chiar de oponenţii energiei nucleare, că pentru a reduce emisiile de anhidridă carbonică, ce dă naştere efectului de seră, şi a altor poluanţi cum ar fi oxizii de sulf, de azot şi pulberile se va recurge inevitabil la centralele nucleare. Franţa, care produce 75% din energia electrică din surse nucleare, are cel mai redus coeficient de emisii de CO_2 din lume.

Energia nucleară este o sursă economică şi practic inepuizabilă, deoarece din zece grame de combustibil nuclear se obţine tot atita energie cît din 500 kg de petrol sau din 900 kg de cărbune.

Avînd în vedere faptul că :

— energia electrică din ţara noastră este produsă cu o utilizare predominantă a combustibililor fosili, cum ar fi păcura combustibilă, gazul metan şi cărbunele ;

— cercetările intense asupra surselor integrative, cum ar fi energia solară şi eoliană, geotermia şi biomasa, au dovedit o limitare a potenţialităţii acestora ;

— deşi costul unitar al kWh facturat pe chitanţă este ridicat, producţia noastră de energie este insuficientă pentru nevoile interne, care se acoperă cu un import masiv de energie electrică produsă din surse nucleare din ţările învecinate :

SEMNATARII PREZENTULUI MANIFEST CER

— ca guvernul, forţele politice, industriale şi sindicale italiene să se angajeze în realizarea pe termen scurt a unui program pentru producerea de energie din surse nucleare,

— să se accentueze în acest scop realizarea reactoarelor de concepţie nouă.

AGIR

A.G.I.R
Asociația Generală a Inginerilor din România
General Association of Romanian Engineers
S.R.E.
Societatea Română de Energetică
Romanian Society of Energetics
Calea Victoriei nr. 118 - BUCUREȘTI

SOCIETATEA ROMÂNĂ DE ENERGETICĂ — SRE organizează în zilele de vineri, 24 septembrie, și sîmbătă ,25 septembrie a.c., acțiunea tehnică științifică DIALOGURI PE TEME ENERGETICE în cadrul căreia se vor dezbate subiecte privind : **DEZVOLTAREA ENERGETICII ROMÂNEȘTI DIN TRECUT PÎNĂ ÎN PREZENT ȘI PERSPECTIVA PE URMĂTORII ZECE ANI.**

Temele vor fi privitoare la : resursele energetice ale României, centralele termoelectrice, centralele hidroelectrice, centralele nuclearoelectrice, rețelele electrice, Sistemul Electroenergetic Național, termoficarea, organizarea sectorului energetic, legislația energetică, puncte de vedere ale reuniunilor energetice internaționale ținute în anul 1993, puncte de vedere în ce privește energetica instituțiilor internaționale.

SRE solicită contribuția specialiștilor energeticieni la această acțiune, în modurile următoare :

1. Puncte de vedere în una sau mai multe teme din domeniile de mai sus, exprimate concentrat în 1—2 pagini dactilografiate în două exemplare.

2. Propuneri de teme care să fie dezvoltate de alți referenți.

Răspunsurile d-voastră vor fi trimise pe adresa AGIR-SRE, Calea Victoriei 118 — București.

Propunerile primite vor fi sistematizate pe categorii de teme și vor fi prezentate spre dezbatere în ședințele din 24—25 septembrie a.c. Concluziile vor fi publicate.

Societatea Română de Energetică așteaptă o colaborare cît mai activă din partea energeticienilor români.

Prof. dr. ing. GLEB DRĂGAN

Membru corespondent al Academiei Române

Semnalări

Ne-a sosit la redacție buletinul de informare cu titlul „**Conservarea energiei și protecția mediului înconjurător**", nr. 3, editat de SOCER în cadrul seriei „**Utilizarea eficientă a energiei**".

Din cuprins remarcăm o serie de traduceri care au subiecte de actualitate pentru energetica românească :

— o eficiență energetică mai bună cu acționări cu viteză variabilă ;

— probleme și consecințe ale unei raționalizări a consumurilor de energie electrică ;

— serviciile retrofit pentru îmbunătățirea nivelului de eficiență a centralelor energetice cu combustibili clasici ;

— dezvoltarea și aplicarea supraconductoarelor, stocării de energie și fuziunii nucleare.

De asemenea, semnalăm primirea la redacție a nmărului 1/1993 din „**Utilizarea eficientă a energiei**" editată de SOCER-Craiova. Cuprinde informații utile pentru reducerea consumurilor de energie și combustibili la cuptoarele industriale și alte informații.

În acest număr se inserează și o informație despre sărbătoarea împlinirii a 40 de ani de existență a revistei ENERGETICA.

Mulțumim și pe această cale societății SOCER pentru caldele cuvinte adresate revistei și colaboratorilor săi.

REDACȚIA

În publicația ENERGETICA PESTE HOTARE, seria Informații tehnico-științifice, editată de Centrul de Informare și Documentare pentru Energetică, au apărut următoarele materiale:

VOL. 5/1992

Conducerea și automatica SE

Noi construcții de aparate feromagnetice pentru electroenergetică
Comandă/control pentru centralele electrice din China
Îmbunătățirea sistemului de control la centrala Littlebrook „D"

Centrale termoelectrice

Legătura dintre economie și ecologie în procesul de metanizare

Tehnologii chimice în energetică. Poluare

Decontaminarea apei
Detectarea coroziunii în infrastructurile îngropate sau scufundate

Informații tehnice

ANUNȚ

În revista ENERGETICA nr. 4, seria B/1993, va apărea materialul d-lui ing. Petre Ungureanu de la FRE Cluj-Napoca „Informare tehnică referitoare la congrese și conferințe internaționale cu profil energetic", însoțit de comentariul d-lui dr. ing. Călin Mihăileanu.

Autorii sînt rugați să consulte articolul „Reguli de utilizare a unităților de măsură și a multiplilor și submultiplilor lor", **autor dl. Gheorghe ISPĂȘOIU, apărut în revista METROLOGIA APLICATĂ, vol XXXI, nr. 3, 1984, care comentează modul de aplicare a legilor României referitoare la sistemul internațional de unități de măsură.**

Respectarea acestor reguli condiționează acceptarea lucrărilor pentru publicare în revista ENERGETICA.

Redacția

CONTENTS

EDITORIAL 147

ENERGY SYSTEMS DEVELOPMENT

MANFRED STEIN, DAN ANASTASIU, DUMITRU CEZAR IONESCU : Simplifying Means For Some Computation Models of the Technological Schema Reliability 148—153

THERMAL POWER PLANTS

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU, TUDOR PRISECARU, MĂLINA PRISECARU : Flues Gases External Recirculation — Important Mean For Nitric Oxides Primary Reduction (Application to Liquid Fuel) 154—159

NULEAR POWER PLANT

NICOLAE GROSU, PAUL EMIL RAŞCU : ISPE contribution to the Designin of Several Nuclear Objectives in Romania 160—168

NEW ENERGY SOURCES AND TECHNOLOGIES

CONSTANTIN POPESCU : Unconventional Sources — Strategies and Outlooks 169—172

OPINIONS

ROMULUS SFICHI : The Technical-Scientific Events Place Within the Speciality Information 173—174

EVENTS 153

FROM THE ROMANIAN MEMBER COMMITTEE OF THE WORLD ENERGY COUNCIL 175—180

ENERGY IN ROMANIA

PAUL CARTIANU : 50 Years Since the Work Beginnings for the Natural Gas Supply in Bucharest 181—182

PAUL CARTIANU : Half of a Century since „Tehnica şi viaţa" Review has been set up 183

ENERGY WORLDWIDE 159,183

EUGENIU PAVEL : The Italian Gnvernamental Moratorinm in 1987 has bas Consequences upon the Italian Eergetics 184

SOMMAIRE

EDITORIAL 147

DÉVELOPEMENT DES RÉSEAUX D'ÉNERGIE

MANFRED STEIN, DAN ANASTASIU, DUMITRU CEZAR IONESCU : Possibilités pour simplifier certains modèles de calcul de la fiabilité des schémas technologiques 148—153

CENTRALES THERMIQUES

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU, TUDOR PRISECARU, MĂLINA PRISECARU : La recirculation externe des fumées — facteur important dans la reduction primaire des oxydes d'azote (avec application aux combustibles liquides) 154—159

CENRTRALES NUCLÉAIRES

NICOLAE GROSU, PAUL EMIL RAŞCU : L'apport de l'ISPE à la projection des objectifs à caractère nucleaire en Roumanie 160—168

NOUVELLES SOURCES ET TECHNIQUES DE L'ÉNERGIE

CONSTANTIN POPESCU : Sources non-conventionnelles — stratégies et perspectives 169—172

OPINIONS

ROMULUS SFICHI : Definition des manifestations techniques et scientifiques dans le processus de l'information documentaire de specialité 173—174

MANIFESTATIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES 153

DE LA PART DU COMITE MEMBRE ROUMAIN DU CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE 175—180

DE L'HISTOIRE DE L'ENERGETIQUES

PAUL CARTIANU : 50 ans du début des travails pour apporter les gaz naturels en Bucarest 181—182

PAUL CARTIANU : Une demi siècle de la parution de la revue „Technique et vie" 183

DE L'ENERGETIQUE MONDIALE 159,183

EUGENIU PAVEL : Le moratiore du gouvernement italien de 1987 a des effets négatifs sur l'énergétique italienne 184

INHALT

LEIT ARTIKEL 147

DIE ENTWICKHUNG DER ENERGIESYSTEME

MANFRED STEIN, Dan ANASTASIU, DUMITRU CEZAR IONESCU : Vereinfachungsmöglichkeiten für Modelle zur Berechnung der Zuverlässigkeit technologischer Schemen 148–153

WÄRMEKRAFTWERKE

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU, TUDOR PRISECARU, MĂLINA PRISECARU : Au βere Rezirkulation der Abgase — ein wichtiger Faktor für die primäre Reduzierung der Stickstoffoxyde (mit Verwendung bei Flüssigbrennstoffen 154–159

KERNKRAFTWERKE

NICOLAE GROSU, PAUL RAȘCU : Der Beitrag des ISPE zu der Projektierung einiger nuklearen Objektive in Rumänien 160-168

NEUE ENERGIE QUELLEN UND VERFAHREN

CONSTANTIN POPESCU : Nichtkonventionelle Strategien und Perspektiven 169–172

MEINUNGEN

ROMULUS SFICHI : Die Beschreibung der technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen in red dokumentären Fachinformierung 173–174

TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN 153

VON DEM RUMANISCHEN MITGLIEDSKOMMITEE DES WEC 175–180

AUS DER GESCHICHTE DER ENERGIEWIRTSCHAFT

PAUL CARTIAN : 50 Jahre seit dem Beginn der Arbeiten zur Erdgaseinführung in Bukarest 181–182

PAUL CARTIANU : 50 Jahre seit dem Erschaeinen der Zeitschrift „Technik und Leben" 183

AUS DER WELTENERGIEWIRTSCHAFT 159,183

EUGENIU PAVEL : Das Moratorium der italienischen Regierung aus dem Jahr 1987 beinfluss negativ die italienische Energiewirtschaft 184

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 147

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

МАНФРЕД ШТАЙН, ДАН АНАСТАСИУ, ДУМИТРУ ЧЕЗАР ИОНЕСКУ: Возможности упрощения расчетных моделей надежности технологических схем 148–153

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

НИКОЛАЕ ПЭНОЮ, ЛУЧИАН МИХЭЕСКУ, ТУДОР ПРИСЕКАРУ, МЭЛИНА ПРИСЕКАРУ: Внешняя рециркуляция дымовых газов — главный фактор первичного сокращения окиси азота (с применением на жидкие топлива) 154–159

АТОМОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

НИКОЛАЕ ГРОСУ, ПАУЛ ЕМИЛ РАШКУ: Вклад ИСПЭ в проектирование объектов ядерного характера в Румынии 160–168

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

КОНСТАНТИН ПОПЕСКУ: Нетрадиционные источники — стратегии и перспективы 169–172

МНЕНИЯ

РОМУЛУС ШФИКИ: Определение научно-технических мероприятий в процессе документального информирования по специальности 173–174

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ 153

ОТ РУМЫНСКОГО КОМИТЕТА ЧЛЕНА МИРОВОГО СОВЕТА ЭНЕРГИИ 175–180

ИЗ ИСТОРИИ ЭНЕРГЕТИКИ

ПАУЛ КАРТИАНУ: 50 лет с начала работ над строительством газопровода в Бухаресте 181–182

ПАУЛ КАРТИАНУ: Полвека от создания журнала „Техника и жизнь" 159, 183

ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 183

ЭУДЖЕНЮ ПАВЕЛ Мораторий итальянского правительства в 1987 г. имеет отрицательные следствия на италь янскую энергетику 184

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1983 ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS

Energomontaj S.A. Company

SAEM

BUCHAREST - ROMANIA

ENERGOMONTAJ S.A. COMPANY performes erection, commissioning, repair and intervention works for:

- heavy, middle small weight metallic structures;
- boiling systems of high and very high pressure and temperature;
- hydromechanical equipments;
- steam, gas and hydraulic turbines;
- rotary aggregates having temperature and pressure high parameters for fluids drawing;
- pipe systems for liquids circulation, with pressure up to 20 MPs and temperature up to 570°C;
- liquid and solid fuel farm;
- low, mean and high voltage electric installations;
- instrumentation.

SAEM

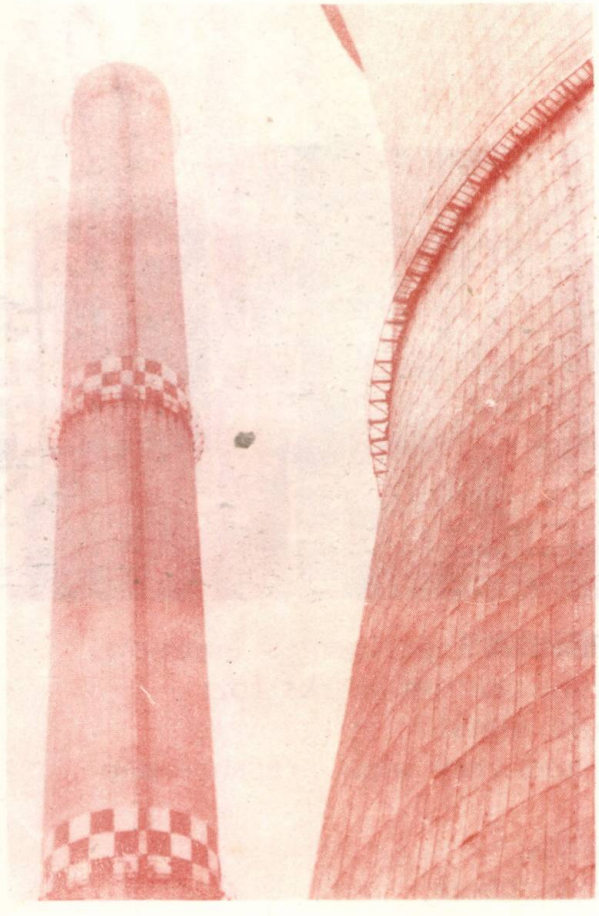
Energomontaj S.A. Company

71223 Calea Dorobanţilor 103-105 O.P. 63
BUCUREŞTI · ROMÂNIA

Tel: 6797020 Telex: 11335 Fax: (400) 3129766

ENERGOCONSTRUCŢIA S. A.
71322 Bucureşti România
Cal. Dorobanţilor nr. 103 sector 1
Tel.:79.60.20. ; Telex:10179 ; Fax:79.68.25.

ENERGOCONSTRUCŢIA S.A.



ENERGOCONSTRUCŢIA S. A. — dispune de un important potenţial bine pregătit pentru variate specialităţi, cu o bogată experienţă şi, posedînd mijloace tehnice adecvate, poate stabili diferite forme de colaborare pentru realizarea de obiective de investiţii, modernizări, reparaţii, proiectare, expertizări şi alte activităţi din domeniul construcţiilor.

Execută lucrări privind :

- **clădiri civile şi industriale**
- **amenajări terasiere de mare complexitate**
- **prospectări şi amenajări de cariere şi balastiere**
- **structuri de rezistenţă în toate variantele constructive uzuale, pentru construcţii, atît industriale, cît şi civile (beton armat monolit, prefabricat, metal, structuri mixte etc.)**
- **construcţii speciale înalte din beton armat (coşuri de fum, turnuri de răcire, clădiri turn etc.)**
- **lucrări hidrotehnice-baraje, regularizări, staţii pompe, microhidrocentrale, aducţiuni şi diverse lucrări pentru circuitele hidrotehnice ale termocentralelor, alimentări cu apă**
- **staţii, depouri, galerii pentru metrou**
- **izolaţii termice, hidrofuge anticorosive**

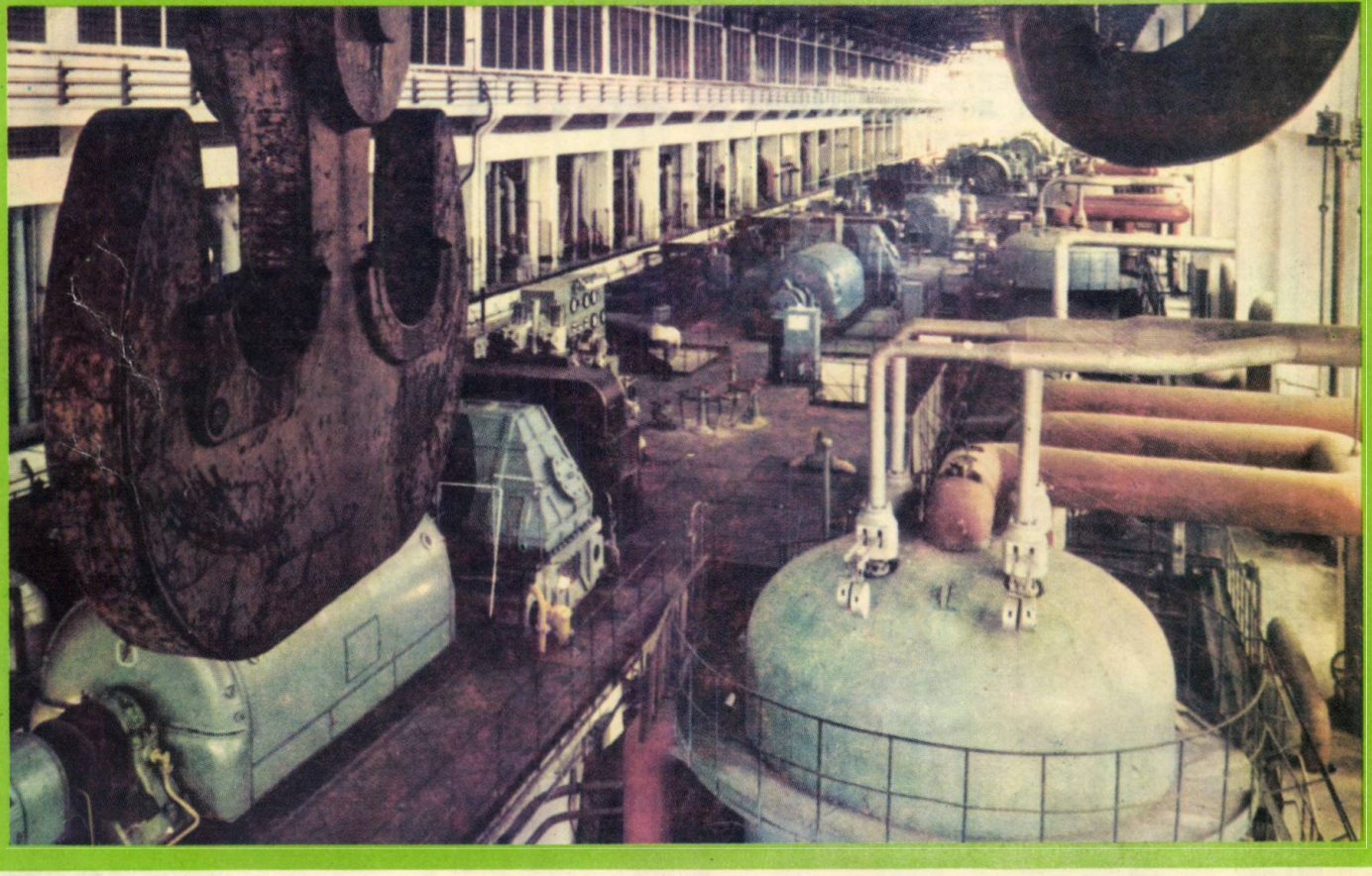
1994 AUG 05

E 2039

ANUL
41

energetica

seria A



5

septembrie – octombrie 1993

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

103-105 Calea Dorobanti
Sector 1 Code 71.223
Bucharest - Romania

Tel (40-1) 679.64.30
Telex 10244 R
Fax (40-1) 312.97.64

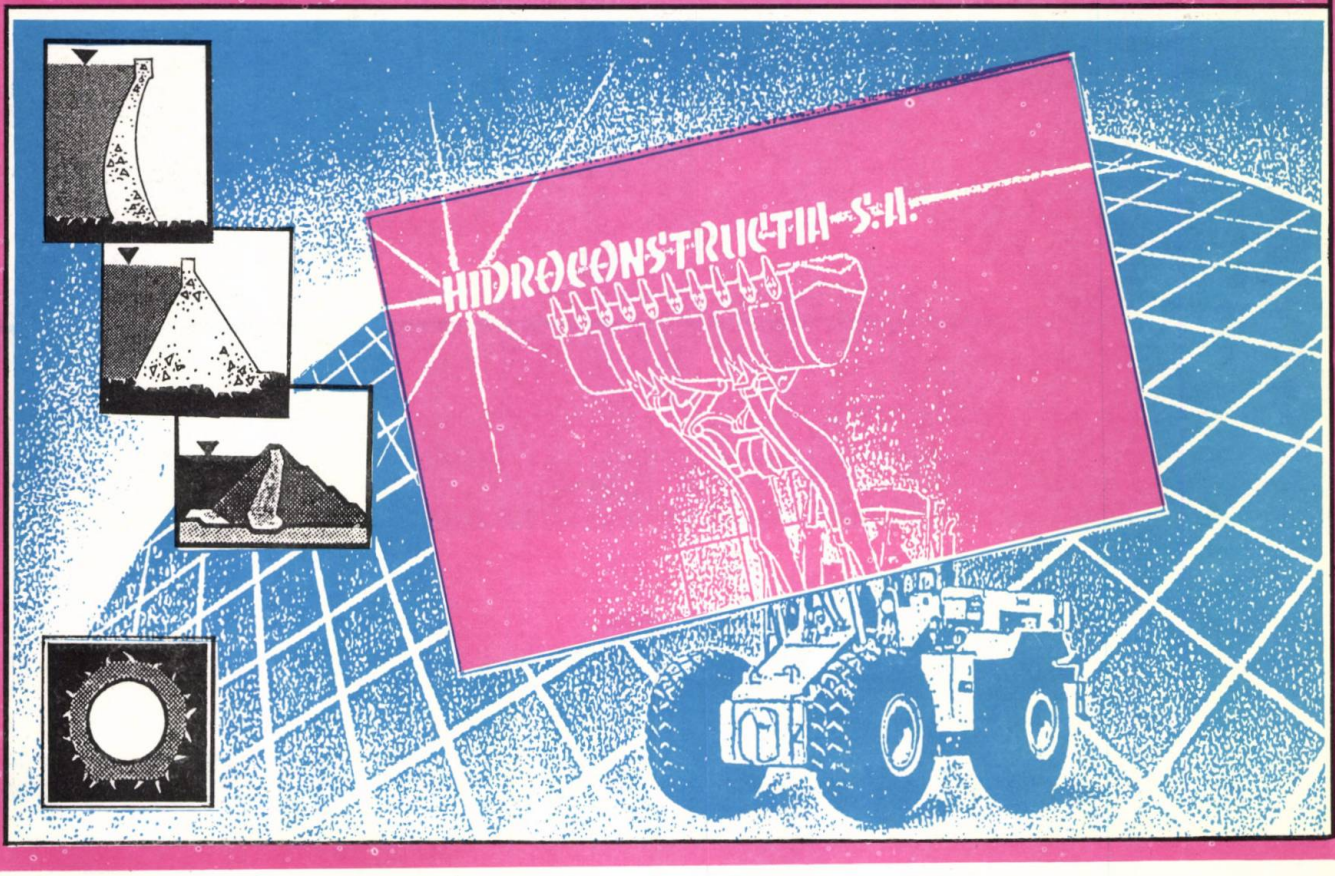
BUSINESS INITIATIVE DIRECTIONS · DID ·

Execută:

* BARAJE DIN BETON (de greutate, in arc, cu contraforti)
* BARAJE DIN PAMINT, ANROCAMENTE SI ALTE MATERIALE LOCALE
* CENTRALE HIDROELECTRICE DE SUPRAFATA SI SUBTERANE
* ECLUZE, PORTURI, DRAGAJE
* CANALE, CONDUCTE, BLINDAJE
* GALERII DE ADUCTIUNE, DE FUGA, GALERII SECUNDARE, PRIZE DE APA
* STATII DE POMPARE, SISTEME DE IRIGATII
* LUCRARI DE FORAJE SI INJECTII
* LUCRARI SPECIALE: INCINTE BATARDOURI CELULARE, DEROCARI SUB APA BETOANE PRECOMPRIMATE
* ECRANE DE ETANSARE, PERETI MULATI
* STATII DE SORTARE SI ALTE INSTALATII TEHNOLOGICE
* DRUMURI, AUTOSTRAZI, PODURI, VIADUCTE
* CONSTRUCTII INDUSTRIALE SI CIVILE
* CONFECTII METALICE, PREFABRICATE DIN BETON, AGREGATE
* SCULE DE MINERIT, BURGHIE
* TRANSPORTURI AUTO DE MARFURI SI MATERIALE
* ACTIVITATE DE TURISM

A executat:

115 CENTRALE HIDROELECTRICE CU O PUTERE INSTALATA DE 5.850 MW
118 BARAJE CU O CAPACITATE DE RETENTIE DE 10.800.000.000 MC



1883 ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 41 NR. 5, SERIA A SEPTEMBRIE—OCTOMBRIE 1993

ISSN : 1220—5141

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei ca de exemplu

- **Diaru pentru vulgarizarea științeloru naturale și fizice (1870 — 1882) ;**
- **Buletinul Societății Politehnice (1887 — 1944) ;**
- **Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România — AGIR (1919— — 1946) ;**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921) ;**
- **Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică — APDE (1932— 1944) ;**
- **Buletinul Institutului Român de Energie — IRE (1933 — 1944)**

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

Revista apare alternativ în două serii :

- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție a energiei electrice, sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an.

CUPRINS

EDITORIAL 191—192

CENTRALE TERMOELECTRICE

CONSTANTIN NEAGA, IONEL PÎȘA: Formarea monoxidului de azot din combustibil în procesul de ardere a cărbunelui pulverizat 193—205

GABRIEL ROMAȘCU, DUMITRU DRĂGUȘIN: Determinarea variației presiunii în aspirația pompelor de alimentare la declanșarea turbinei 206—211

CENTRALE HIDROELECTRICE

EUGEN CONSTANTIN GH. ISBĂȘOIU, SANDA CARMEN GEORGESCU: Contribuții la îmbunătățirea sistemului de răcire a hidrogeneratoarelor 212—213

ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ

LAURENȚIU GHIOCA, LIVIA PANAIT, SILVIA PRESSEL, GABRIELA PRUTU: Condițiile tehnice și economice de rentabilizare a unor centrale termice și de termoficare , mici, din cadrul RENEL 214—223

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

DUMITRU CEZAR IONESCU: Siguranță, fiabilitate, strategii de asigurare a calității (raportul secției a IV-a la Conferința Națională de Energetică, Neptun, 1992) 224—229

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

VICTOR VAIDA, DUMITRU MANEA: Activitatea RENEL în cadrul UNIPEDE 230—238

Our review publishes ADVERTSMENTS for your
PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: 322.06.92; 321.69.66/251
Fax: 00400 129315
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE; dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct; ing. Nicolae NICULESCU — secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA — director Editura Tehnică

MEMBRI: prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Iuliu BLECHTAL; ing. Paul CARTIANU; chim. Mihai CHIRICA; ing. Mircea CÂRDU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing. Mario DUMA; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing. Laurenţiu GOIA; dr. ing. Dan GOLICIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; dr. ing. Gheorghe LUCA; chim. Maria MAFTEI; dr. ing. George MANOLESCU; ing. Alex. MIHĂILĂ; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU; prof. dr. ing. Viorel NEGRU; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Corneliu PÎSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU; ing. Margarios SALGIAN; ing. Anton VLĂDESCU; ing. Gheorghe VOICU; ing. Dinu VOINEA

REDACTOR: Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sect. 3, CP 79619
Bucureşti
Telefon: 322 06 92; 321 69 66/251
Telex: 10783; Fax: 00400 129315

S.C. UNIVERSUL S.A. c. 3880

EDITORIAL

La începutul lunii iulie a.c. a avut loc în București o consfătuire organizată de o asociație europeană al cărui obiect de activitate este localizat pe problemele de cercetare, fabricare și utilizare a celulelor fotovoltaice. Această asociație, care cuprinde mai multe institute, instituții și fabrici interesate în acest domeniu, are și un caracter comercial și ar fi vrut să-și extindă activitatea în România. Desigur, discuțiile au fost purtate strict în jurul celulelor fotovoltaice și anexelor lor, în bucla energetică radiație solară-utilizator. Pentru energeticieni, a fost un bun prilej pentru a medita asupra surselor energetice regenerabile și nepoluante. Problema utilizării energiei solare a mai fost discutată recent între specialiștii români la un Colocviu Național pentru Energia Solară (CNES' 92), ținut în noiembrie anul trecut, la București.

În ultima vreme, problemele energiei în lume au căpătat o legătură strînsă cu cele ale protecției mediului ambiant. În prezent, legătura a devenit indisolubilă, din cauză că energia comercializată consumată, are ca sursă primară peste 95% combustibilii fosili. Arderea acestor combustibili este cauza principală a poluării aerului, cu consecințele cunoscute. Creșterea în continuare a necesarului de energie va conduce la amplificarea catastrofală a fenomenelor, dacă nu se iau din timp măsuri pentru schimbarea tehnologiilor de ardere a combustibililor fosili, împreună cu schimbarea ponderilor categoriilor de surse primare. Deja o serie de țări dezvoltate industrial au început să ia o serie de măsuri strategice de termen îndepărtat, măsuri care se referă la intensificarea programelor nucleare, la extinderea semnificativă a resurselor regenerabile, în care energia solară (inclusiv cea eoliană) nu mai este neglijabilă. La acestea se adaugă, în mod evident cele referitoare la denoxarea ante sau postardere la centralele cu combustibili fosili. Bineînțeles, toate aceste măsuri au costurile lor și în viitor vor afecta prețurile energiei, influențînd astfel piața liberă a energiei primare.

RENEL întocmește în ultimul timp, lucrări de o mare importanță strategică. În cursul lunii martie a avut loc desfășurarea lucrărilor unui simpozion în care s-au discutat strategiile posibile ale RENEL. Este vorba de punerea la punct a unei strategii și a unor tactici adecvate pe care, acest organism va trebui să le urmărească în calitatea sa de responsabil al politicii energetice în România. Sigur că de aici rezultă mari responsabilități pe termen lung pentru politica economică a țării noastre. O discuție mai amplă a acestor probleme, admițînd participarea oricărui specialist, o publicitate mai susținută a ideilor și a schimbului de idei ar putea fi benefice pentru asigurarea unei dezvoltări „durabile". Bineînțeles, orientările se reactualizează continuu prin introducerea permanentă a informațiilor la zi atît referitoare la noi date de intrare, cît și la noile tehnologii care pot apărea. După părerea noastră strategiile trebuie să aibă o vedere largă pe termen lung. O privire spre mijlocul secolului următor (anul 2050) nu este un termen „prea lung". Cele două laturi importante ale modalităților de fixare a strategiilor pe termen lung: cercetarea și pregătirea investițiilor, permit o libertate mai mare în inventivitate și deci în curajul de a ataca probleme și idei noi, care se pot corecta pe parcurs pe măsura necesității luării unor decizii tactice la timpul oportun. Idei ca aceea prezentată de Hermann Oberth, în fața membrilor Academiei Române, în anul 1971 nu ni se mai par ca făcînd parte din SF... (Este vorba de o oglindă plasată în cosmos, care ar putea influența benefic microclimatul terei. În exemplul dat de el, o astfel de oglindă cu un diametru de circa 300 m ar putea produce transformarea deșertului Sahara într-un teren fertil).

Revenind pe pămînt și discutînd strategiile energiei în România, ni se pare important să subliniem cîteva aspecte care ar trebui să fie avute în vedere pentru intensificarea cercetării energetice românești. Astfel:

• Strategia energiei în țara noastră trebuie să facă parte și să se înscrie în strategia energetică a lumii și în special a Europei. De aceea trebuie să se țină seama de studiile și cercetările ONU, ale țărilor comunităților europene, UCPTE etc.

• Strategia utilizării energiei trebuie corelată strîns cu strategia luptei pentru protejarea mediului ambiant.

În acest scop este necesar să se intensifice:

— cercetările referitoare la gospodărirea ciclului integral al energiei (Demand Side Management — DSM), care va avea ca urmare și ameliorarea sensibilă a intensității energetice în România;

— cercetările privind denoxarea gazelor de ardere rezultate ca urmare a folosirii combustibililor fosili;

— cercetările privind sursele reînnoibile și cele „curate". În principiu acestea vor deveni competitive printr-o concurență naturală de piață liberă, pe două căi: 1) ieftinirea tehnologiilor surselor noi și reînnoibile prin descoperiri și perfecționări continui și 2) scumpirea tehnologiilor centralelor cu combustibili fosili din cauza impunerii măsurilor de denoxare.

Este evident că numai comparațiile tehnice și economice dintre variante vor conduce la ordonări „de merit" pe baza cărora vor putea fi luate deciziile de investiții. Din acest punct de vedere, este prematur să se decidă asupra utilizării imediate a celulelor fotovoltaice la scară industrială, așa cum s-a sugerat la consfătuirea citată mai sus, ținînd seama și de specificul climatic al zonei geografice în care se găsește țara noastră și de performanțele tehnice și economice obținute pînă în prezent la aceste surse — punerea în funcțiune a primului grup nuclear și extinderea utilizării energiei nucleare în România, bineînțeles avînd în vedere cele mai înalte exigențe de calitate practicate în lume.

Paginile revistei noastre vor fi deschise opiniilor valoroase, care pot ajuta pertinent la constituirea bazelor pentru luarea unor decizii.

Trebuie subliniat și faptul că în sfera poluării mediului înconjurător intră și operațiile de extragere și transport a energiei primare, care afectează terenurile în cazul combustibililor solizi (cum este cazul exploatărilor de suprafață a ligniților etc.) sau oceanele, mările și apele curgătoare în cazul extragerii și transportului combustibililor lichizi (off—shore), ca și alte tehnologii și operații. Toate acestea afectează și se implică în procesul de ansamblu al ciclului energetic.

* * *

Nu în ultimul rînd, ci de o deosebită importanță, sînt cercetările necesare pentru alegerea și stabilirea unor tarife judicioase și raționale, care să reflecte ca un corolar strategia complexă din acest domeniu, care trebuie să țină seama nu numai de jocurile pieței libere actuale, ci și de cele mai puțin vizibile, dar previzibile, care vor afecta viața generațiilor care ne vor urma.

Aceasta este o chestiune de modelare corectă, onestă și etică a dezvoltării economicei noastre.

Redactor-șef
Dr. ing. EUGENIU PAVEL

In lucrare se analizează pe baza literaturii de specialitate, formarea monoxidului de azot din cărbune, la arderea acestuia sub forma pulverizată sau în strat fluidizat. Pentru aceasta a fost evidențiată influența proceselor fizice și chimice asupra distribuției azotului organic din cărbune în substanțe volatile și cocs, rezultate în procesele de încălzire și ardere. S-a analizat formarea monoxidului de azot din fiecare componentă a tratării termice a cărbunelui.

Pe baza acestei analize se pot realiza modele matematice complexe privind dinamica formării noxelor la arderea combustibililor fosili.

Formarea monoxidului de azot din azotul din combustibil în procesul de ardere a cărbunelui pulverizat

Prof. dr. ing. CONSTANTIN NEAGA,
as. ing. IONEL PÎȘA*

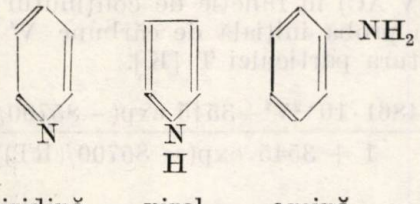
The paper, based on the speciality literature, deals with the formation of nitrogen monoxid from coal, when burning it as a powder or in fluidized layer. For this purpose, the influence of the chemical and physical processes on coal organic nitrogen distribution in volatile substances and coke, resulted from heating and burning processes, has been pointed out; then the analysis was aimed to analytical aspects, i.e. the formation of the nitrogen monoxid from each component of coal heat treatment.

The results give the possibility to create complex mathematical patterns concerning the dynamics of noxes formation when burning fossil fuel and to find out the fundamental measures for their reducing.

Descriptori; poluare cu NO, ardere, cărbune pulverizat

1. Azotul în masa organică a cărbunelui

Azotul în masa organică a cărbunelui se găsește în structura aromatică a acestuia sub formă de piriqinâ, pirol sau amine, substanțe ale căror expresii chimice sînt



piridină pirol amină

Originea azotului în masa organică a cărbunelui este mult discutată în rîndul specialiștilor. Incarbonizarea materialului genetic al cărbunelui nu a modificat și concentrația azotului, acesta rămînînd practic constant și anume 0,5—2% procente masice. De remarcat însă că grupele de cărbuni tineri, cum ar fi cărbunii bituminoși, au un conținut de azot mai ridicat decît cărbunii bătrîni, de exemplu antracitul.

2. Volatilizarea azotului organic în procesul de încălzire a particulei de cărbune

Substanțele volatile reprezintă cantitatea totală de produse gazoase degajate prin încălzirea particulei dc cărbune. Procesul de descompunere termică a cărbunelui începe la o temperatură mai mare de 500—600 K, funcție de gra-

* Facultatea de Mecanică — Universitatea Politehnică București

dul de incarbonizare; astfel, cărbunii cu grad înaintat de incarbonizare dezvoltă o cantitate redusă de volatile, al căror maxim de degajare se plasează la o temperatură mai mare, în comparație cu cărbunii tineri.

Primele componente gazoase ale substanțelor volatile sînt cele cu oxigen în molecula lor, oxid și bioxid de carbon, vapori de apă. Cu ridicarea temperaturii încep să predomine în compoziția substanțelor volatile hidrocarburile saturate C_nH_{2n+2} și nesaturate C_nH_{2n}, care împreună cu celelalte substanțe volatile formează în jurul particulei de cărbune o anvelopă gazoasă; este momentul în care apar primele componente azotoase în substanțele volatile, prin ruperea legăturilor alifatice și heterociclice, acesta însemnînd al doilea interval de timp de devolatilizare a cărbunelui.

După studiile lui Klein și Jüntgen [2] ruperea legăturilor alifatice are loc la temperaturi cuprinse între 970 și 1300 K. Eliberarea azotului din cărbune la încălzire nu se desfășoară cu viteză constantă. Cercetările au arătat că azotul din huilă, de exemplu, este eliberat cu viteză maximă la temperaturi de 970—1070 K.

Se cunoaște că și componentele volatile sînt eliberate cu diferite intensități pe întreg domeniul de temperaturi al încălzirii particulei de cărbune.

S-a stabilit ca în fiecare moment al volatilizării particulei de cărbune raportul dintre viteza de degajare a volatilelor și viteza de degajare a azotului din combustibil este constant.

Principalele substanțe gazoase care conțin azot sînt acidul cianhidric HCN și amoniacul NH_3. După aceea componentele volatilelor cu azot în structura lor chimică trec în amine NH_i, care apoi reacționează cu radicalii intermediari și oxigenul atomic formînd NO^c și N_2. De asemenea azotul din combustibil poate fi eliberat și sub forma de molecule N_2.

Componentele volatilelor cu azot în compoziția lor chimică și viteza lor de degajare depind în afară de temperatură și de vîrsta cărbunelui, de timpul de degajare, de viteza de încălzire, de compoziția mediului gazos înconjurător etc. Astfel, la creșterea gradului de incarbonizare sau la scăderea conținutului de materii volatile de la 40% la 10% fracția degajată a azotului din cărbune a scăzut de la 53% la 20%. De asemenea, temperatura ruperii legăturilor moleculare ale particulei a crescut de la 750 K, pentru cărbune cu volatile multe, la 900 K, pentru antracit.

În figura 1 sînt arătate dependențele vitezei de volatilizare și a gradului de degajare a azotului funcție de gradul de incarbonizare și de temperatură pentru cărbune bituminos cu conținut inițial de volatile $V^i = 37\%$ și pentru semicocsul aceluiași cărbune. Se constată că pentru semicocs componentele volatilelor degajate cu azot în structura lor începe relativ tîrziu (circa 1200 K) și că după 1800 K s-au degajat complet volatilele, atît pentru cărbune, cît și pentru semicocs. Din figură se constată, de asemenea că la temperaturi ridicate concentrația componentelor volatile cu azot în compoziție este mai mare decît în cazul experimentării la temperaturi mai joase.

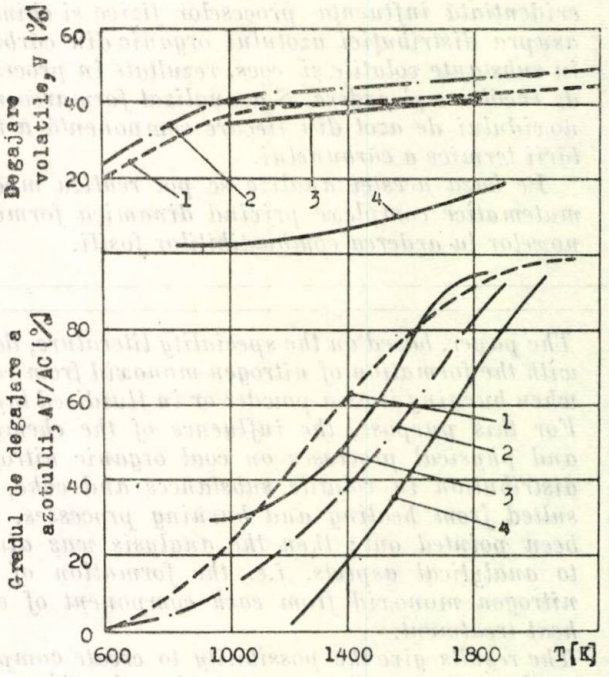


Fig.1. Dependența vitezei de volatilizare și a gradului de degajare a azotului din cărbune funcție de temperatură; 1 — cărbune bituminos a; 2 — lignit; 3 — cărbune bituminos b; 4 — semicocs de cărbune b.

Blair și alții [3] au analizat conținutul de azot din volatilele degajate. La efectuarea experiențelor au folosit o viteză de încălzire controlată de 2×10^4 K/s și temperaturi finale pînă la 1270—1770 K. Astfel, la 1770 K circa 20% din masa de azot din cărbune a fost transferat în gaze HCN, NH_3 și N_2, cu HCN componentă dominantă.

Același autor [3] pe baze empirice a obținut următoarea expresie pentru gradul de degajare a azotului (raportul între masa azotului degajat — din volatile — și masa azotului din cărbune, AV/AC) în funcție de conținutul volatilelor din proba inițială de cărbune V^i [%] și temperatura particulei T [K].

$$\frac{AV}{AC} = \frac{0{,}4861\cdot10^{-2}V^i + 3545\exp(-85700/(RT))}{1 + 3545\exp(-85700/(RT))}, \quad (1)$$

unde constanta gazelor R ~ 8,3 J/(mol.K).

Pohl și Sarofim [5] au expus particulele de cărbune pulverizat la o viteză de încălzire de $10^4 - 10^5$ K/s, într-un cuptor electric.

S-a determinat conținutul de azot în volatilele degajate, acesta exprimîndu-se în raport cu conținutul de azot din masa organică a cărbunelui. Azot în volatilele degajate a fost depistat după o scădere a masei probei de cărbune supus analizei cu circa 10—15%.

Ca timp, pentru o temperatură în focar de 1500 K întîrzierea apariției azotului în volatile a fost de circa 80 ms. După aceea a fost observată o dependență liniară între masa azotului volatilizat și masa volatilelor degajate. Cantitatea de azot degajat din particula de cărbune a fost relativ mai mare decît cantitatea de volatile totale. Constanta de proporționalitate a fost cuprinsă între 1,25 și 1,50. Aceste rezultate suplimentare dovedesc încă o dată că azotul evoluează încet în succesiunea încălzirii particulei de cărbune, că acesta este legat puternic în structurile aromatice și că la o temperatură ridicată cantitatea relativă de azot volatilizat depășește cantitatea de volatile totale. Se poate presupune că încheierea eliberării componentelor gazoase cu conținut de azot se face mai devreme decît a celorlalte componente volatile. În final se prezintă și corelația obținută de Pershing și Wendt [6] între masa volatilelor care conțin azot și masa volatilelor din proba de cărbune

$$AV/AC = 1{,}95 \cdot 10^{-2} V^i - 0{,}56. \qquad (2)$$

unde AV, AC reprezintă masa azotului volatilizat, respectiv din cărbune, iar V^i este masa inițială de volatile, în %.

3. Distribuția azotului organic din cărbune în substanțe volatile și în cocs

Studierea distribuției azotului organic din cărbune este importantă pentru dinamica formării oxizilor de azot. Cele două direcții de distribuție sînt azotul din volatile și azotul care rămîne în baza de cocs. În figura 2 se prezintă cinetica transformării azotului din combustibil.

Coeficientul de transformare C_1 se definește astfel :

$$C_1 = \frac{(HCN + NH_3)_0}{N^i}, \qquad (3)$$

unde s-a notat cu $(HCN + NH_3)_0$ cantitatea inițială de componente gazoase cu azot în compoziția lor, care se degajă prin prelucrarea termică a cărbunelui, %; N^i — procentul de azot în masa inițială, %.

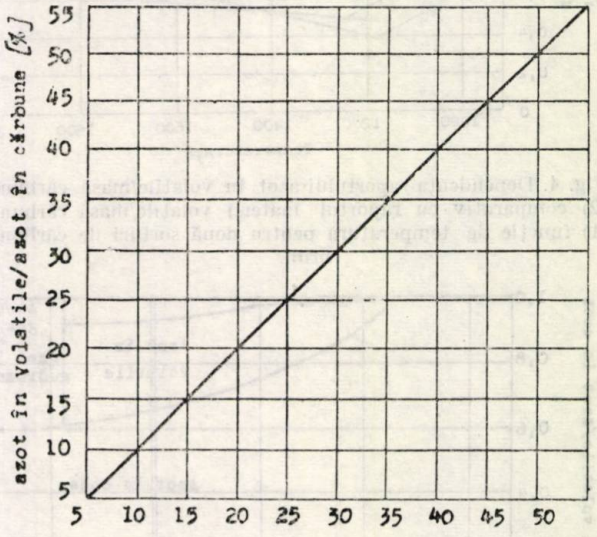


Fig. 3. Dependența raportului de azot în volatile/azot în cărbune x100, de conținutul de substanțe volatile.

Factorii care influențează valoarea raportului sînt multipli. În figura 3 se arată dependența raportului AV/AC funcție de conținutul de substanțe volatile ale cărbunelui, iar în figura 4 se prezintă dependența raportului azot în volatile/masă cărbune (AV/MC) în comparație cu raportul materii volatile totale/masa cărbune (V^i/MC), funcție de temperatură. Din aceeași figură se confirmă faptul că pînă la 70—90% din azotul din cărbune este eliberat cu componentele volatile, dacă proba de cărbune este încălzită puternic.

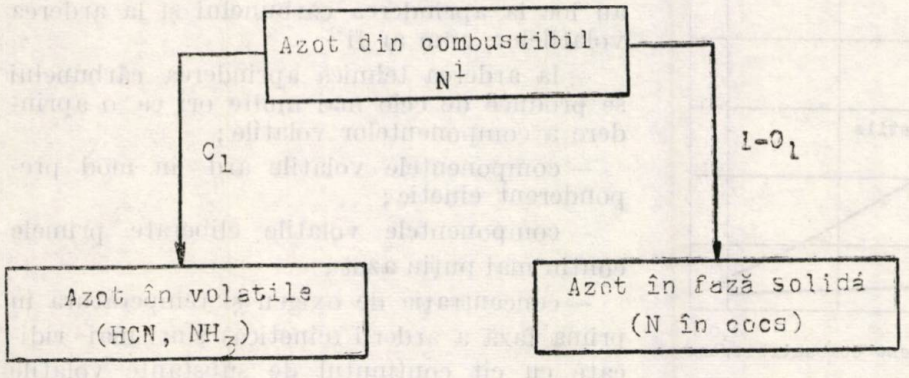


Fig. 2. Transformarea azotului din combustibil.

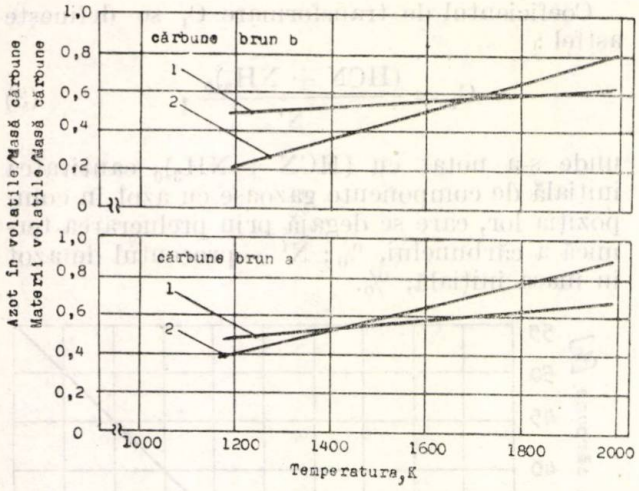


Fig. 4. Dependența raportului azot în volatile/masă cărbune (2) comparativ cu raportul materii volatile/masă cărbune (1) funcție de temperatură pentru două sorturi de cărbune brun.

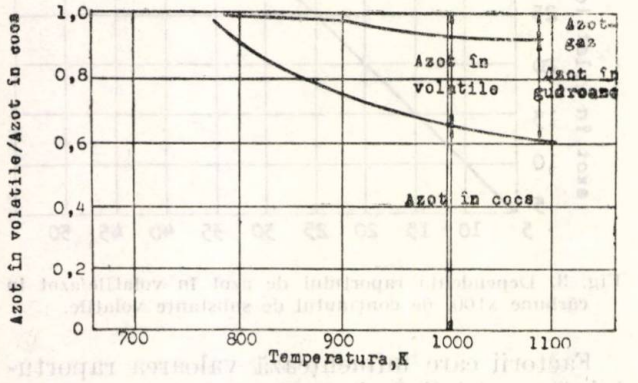


Fig. 5. Distribuția azotului din combustibil, în azot în cocs și azot în volatile, funcție de temperatură.

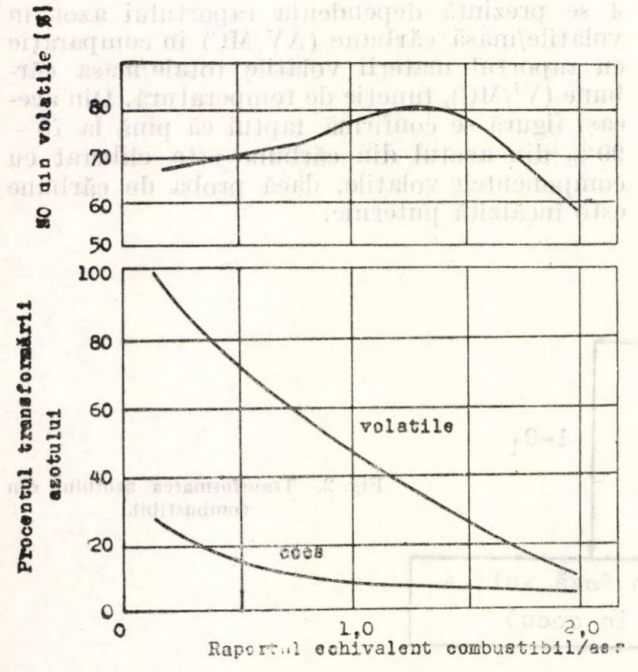


Fig. 6. Distribuția azotului din combustibil funcție de raportul echivalent combustibil/aer.

Blair și alții [3] au studiat piroliza azotului din cărbune pentru temperaturi finale de 1150—1970 K. Prin măsurarea pierderii de greutate s-a observat că evoluția azotului a avut o dependență mai mare de temperatură decît de totalul volatilelor.

Tendința azotului de a rămîne în cocs la încălzirea probei de cărbune cu temperaturi joase, 1370—1700 K, a fost de asemenea evidențiată de Solomon [6] și ea este prezentată în figura 5. Oxidarea azotului din cărbune și cocs a fost examinată și de Pohl și Sarofim [5]. Pentru un focar înzidit, la o temperatură de 1500 K între 60—80% din NO a fost constituit din volatile cu conținut de azot. Conversia azotului din cocs s-a dovedit a fi de circa 2—3 ori mai mică. Rezultatele sînt prezentate în figura 6. Pershing și Wendt [7] au măsurat oxidarea azotului din cărbune și cocs într-un arzător de laborator. La 15% exces de aer aproximativ 38% din azotul din cărbune a fost convertit în NO_x și doar 13% din azotul din cocs, cu o aparentă mică sensibilitate la intensificarea procesului. Aceste rezultate ne conduc spre o posibilă metodă de reducere a NO total din gazele de ardere și anume azotul din cărbune să rămînă în baza de cocs. Aceasta presupune însă o viteză de încălzire mică coroborată cu o temperatură redusă de desfășurare a procesului.

Reducerea temperaturii se poate face prin reducerea concentrației de oxigen (exemplu recircularea gazelor de ardere). Această reducere conduce la scurtarea primei faze (cinetice) a arderii volatilelor și la lungimea celei de-a doua faze (difuzive). În același timp trebuie avut în vedere că durata de rezidență (de staționare) a particulei crește pentru a avea o ardere completă, practic se dublează.

Această dublare poate conduce la creșterea nearselor din cenușă.

Durata de ardere a volatilelor este scurtă în comparație cu durata de ardere a cocsului rezidual. Faptul că rata de transformare în monoxid de azot a azotului din volatile este mai mare decît a azotului din baza de cocs se datorește, de asemenea, unor procese specifice care au loc la aprinderea cărbunelui și la arderea volatilelor, cum ar fi :

— la arderea tehnică aprinderea cărbunelui se produce de cele mai multe ori ca o aprindere a componentelor volatile ;

— componentele volatile ard în mod preponderent cinetic ;

— componentele volatile eliberate primele conțin mai puțin azot ;

— concentrația de oxigen și temperatura în prima fază a arderii (cinetică) sînt mai ridicate cu cît conținutul de substanțe volatile este mai mare ;

— temperatura de ardere și concentrația de oxigen sînt mai reduse în cea de-a doua fază difuzivă, în care se găsește mult azot gazos în spațiul de ardere.

4. Dinamica formării NO^c din volatile și din cocs

La sfîrșitul deceniului al șaselea a apărut noțiunea de oxizi de azot din combustibil pentru a desemna acea parte a oxizilor de azot din gazele de ardere formată din azotul componentelor organice ale masei unui combustibil solid sau lichid. Evident, combustibilii care nu conțin azot în compoziția lor chimică nu duc la formarea acestor oxizi, lucru dovedit experimental.

4.1. Coeficient de transformare. Grad de transformare. Raportul NO^c_{lim}/NO^c_{max}

O reprezentare schematică a acestor fenomene este arătată în figura 7.

După această schemă, NO poate rezulta din reacția în faza gazoasă, precum și din arderea cocsului rezidual. O parte a NO format poate fi transformat de cocsul rezidual prin reducerea în azot atomic și apoi aceasta se recombină în azot molecular. Reacțiile azotului combustibil sînt mai rapide decît formarea termică a NO.

Coeficientul total de transformare a azotului inițial se definește prin raportul:

$$K = \frac{NO^c}{N^i} = \frac{NO^c_{gaz} + NO^c_{cocs}}{N^i} = K_{gaz} + K_{cocs}, \quad (4)$$

unde

$$K_{gaz} = C_1C_2\,; \quad K_{cocs} = (1 - C_1)C_3. \quad (5)$$

Coeficienții de conversie se definesc astfel:

$$C_1 = \frac{(HCN + NH_3)_0}{N^i}\,; \quad C_2 = \frac{NO^c_{gaz}}{(HCN + NH_3)_0};$$

$$C_3 = \frac{NO^c_{cocs}}{(1 - C_1)\,N^i} \quad (6)$$

Prin diferență se obține coeficientul de conversie a azotului inițial în azot molecular.

$$R = 1 - K. \quad (7)$$

Din figura 7 se mai poate concluziona că arderea particulelor de combustibil se face în două zone și anume zona din apropierea arzătoarelor pentru volatile și particule mici de cocs și zona locală situată la o distanță mai mare de arzător pentru particule mai mari de cocs și că formarea NO^c este favorizată de prezența oxigenului în exces în zona de reacție.

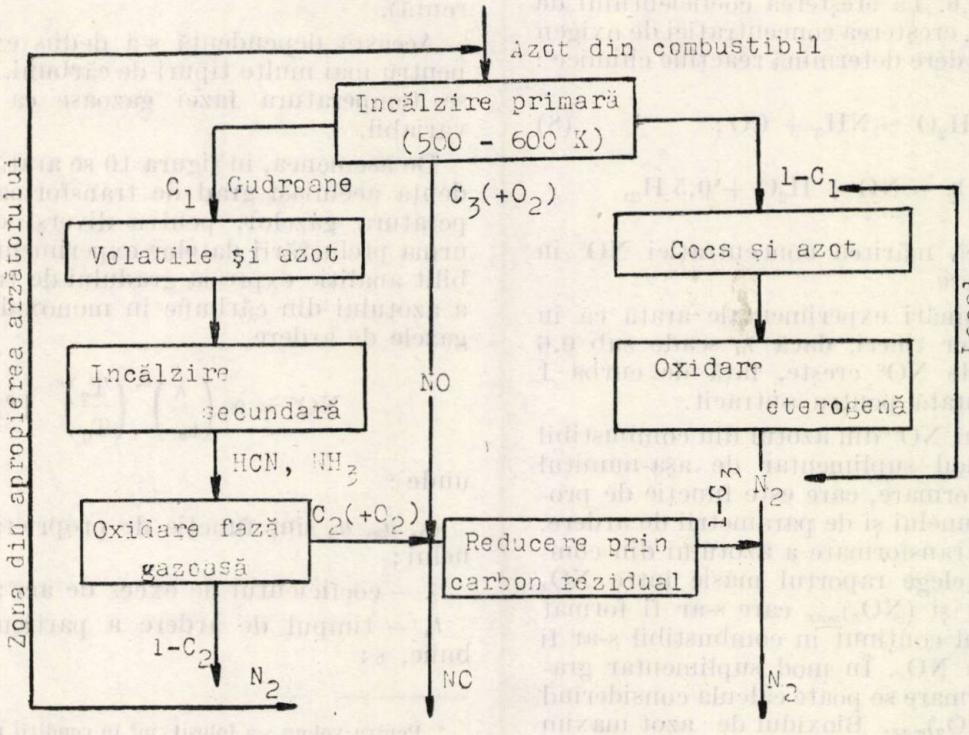


Fig. 7. Reprezentarea schematică a mecanismului de transformare a azotuluki din combustibil în procesul arderii acestuia .

Această influență este materializată în figura 8.

Se constată că pe măsură ce coeficientul de exces de aer la intrarea în focar, λ_i, crește, concentrația NO^c crește aproximativ liniar, în

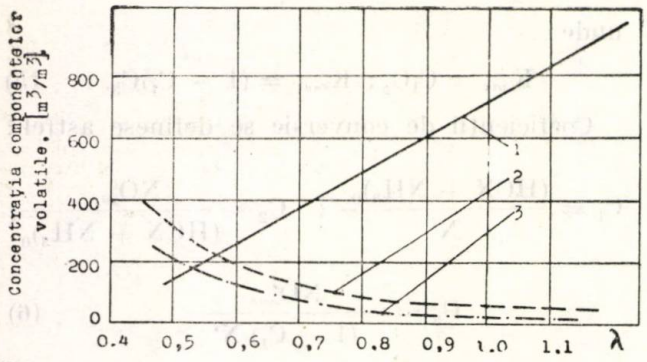


Fig. 8. Variația concentrațiilor componentelor volatile cu azot în compoziția lor cu coeficientul de exces de aer; 1 — NO^c; 2 — HCN; 3 — NH_3.

timp ce componentele gazoase HCN și NH_3 scad. În același timp s-au analizat și probele de praf extrase din flacără; dacă λ_i scade sub cel stoichiometric, scade și fracția de azot rămasă în particula de cărbune (deci crește fracția eliminată cu volatilele, adică gradul AV/AC). Astfel pentru $\lambda_i = 1{,}1$ — AV/AC = 0,4; pentru $\lambda_i = 0{,}6$ atunci 1 — AV/AC = 0,6. Scăzînd mai departe λ_i, fracția de azot rămasă în faza solidă crește. Bilanțul material al azotului din cărbune arată că gradul maxim de trasferare a acestuia sub formă moleculară N_2 se constată pentru $\lambda_i = 0{,}6$. La creșterea coeficientului de exces de aer λ_i, creșterea concentrației de oxigen în spațiul de ardere determină reacțiile chimice :

$$HCN + H_2O \rightarrow NH_3 + CO; \qquad (8)$$

$$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + H_2O + 0{,}5\,H_2,$$

ceea ce explică mărirea concentrației NO^c în gazele de ardere.

Alte determinări experimentale arată că în cazul cărbunilor tineri, dacă λ_i scade sub 0,6 concentrația de NO^c crește, față de curba 1 (fig. 8) prezentată pentru antracit.

Formarea lui NO^c din azotul din combustibil depinde în mod suplimentar de așa-numitul grad de transformare, care este funcție de proprietățile cărbunelui și de parametrii de ardere. Prin grad de transformare a azotului din combustibil se înțelege raportul masic între NO_x efectiv format și $(NO_x)_{max}$ care s-ar fi format dacă tot azotul conținut în combustibil s-ar fi transformat în NO_x. În mod suplimentar gradul de transformare se poate calcula considerînd $(NO_x)_{max} = (NO_2)_{max}$. Bioxidul de azot maxim NO_2 care se formează (teoretic) din totalul azotului din combustibil se poate calcula cu relația

$$NO_{2max} = 10^4 \frac{46}{14} \frac{N^i}{V_{gu}}, \quad \frac{mg}{m^3}, \qquad (9)$$

unde V_{gu} este volumul gazelor de ardere uscate rezultate din arderea cărbunilor, m³/kg.*

Concentrația maximă este dependentă de conținutul de azot în combustibil N^i, în %, și de volumul gazelor de ardere uscate V_{gu}, în m³/kg,* care rezultă din arderea unui kilogram de combustibil la un conținut normat de oxigen în gazele de ardere. Conținutul de azot în cărbune este de pînă la 2% (cap. 1). După cum arată cercetările statistice conținutul de azot pentru 1 MJ putere calorifică este aproape constant și este de circa 0,4—0,5 g azot. Există o dependență între gradul de transformare și conținutul de azot care este variabilă pentru întreg spectrul de combustibili. Aceasta arată că gradul de transformare este cu atît mai mare cu cît conținutul de azot din combustibil este mai mic. Gradul de transformare scade totuși mai lent decît crește conținutul de azot din combustibil. În final cu cît azotul din combustibil crește, emisiile de NO_x sînt mai mari, deși gradul de transformare este mai mic. Figura 9 arată gradul de transformare a azotului din cărbune în monoxid de azot sub forma raportului 100 NO/NO_{max}, unde NO_{max} este concentrația maximă de monoxid de azot în funcție de N^i și de conținutul de volatile V^{mc}, în %, (volatile raportate la masa combustibilă aparentă).

Această dependență s-a dedus experimental pentru mai multe tipuri de cărbuni, admițîndu-se temperatura fazei gazoase ca parametru variabil.

De asemenea, în figura 10 se arată dependența aceluiași grad de transformare de temperatura gazelor, pentru diverși cărbuni. În urma prelucrării datelor experimentale s-a stabilit analitic expresia gradului de transformare a azotului din cărbune în monoxid de azot în gazele de ardere.

$$NO^c = a_1 \left(\frac{\lambda}{t_a}\right)^{a_2} \left(\frac{T_g}{T_0}\right)^{a_3} [\%], \qquad (10)$$

unde :

a_1, a_2, a_3 sînt funcție de proprietățile cărbunelui;

λ — coeficientul de exces de aer;

t_a — timpul de ardere a particulei de cărbune, s;

---

* Pentru volum s-a folosit m³ în condiții normale de presiune și temperatură.

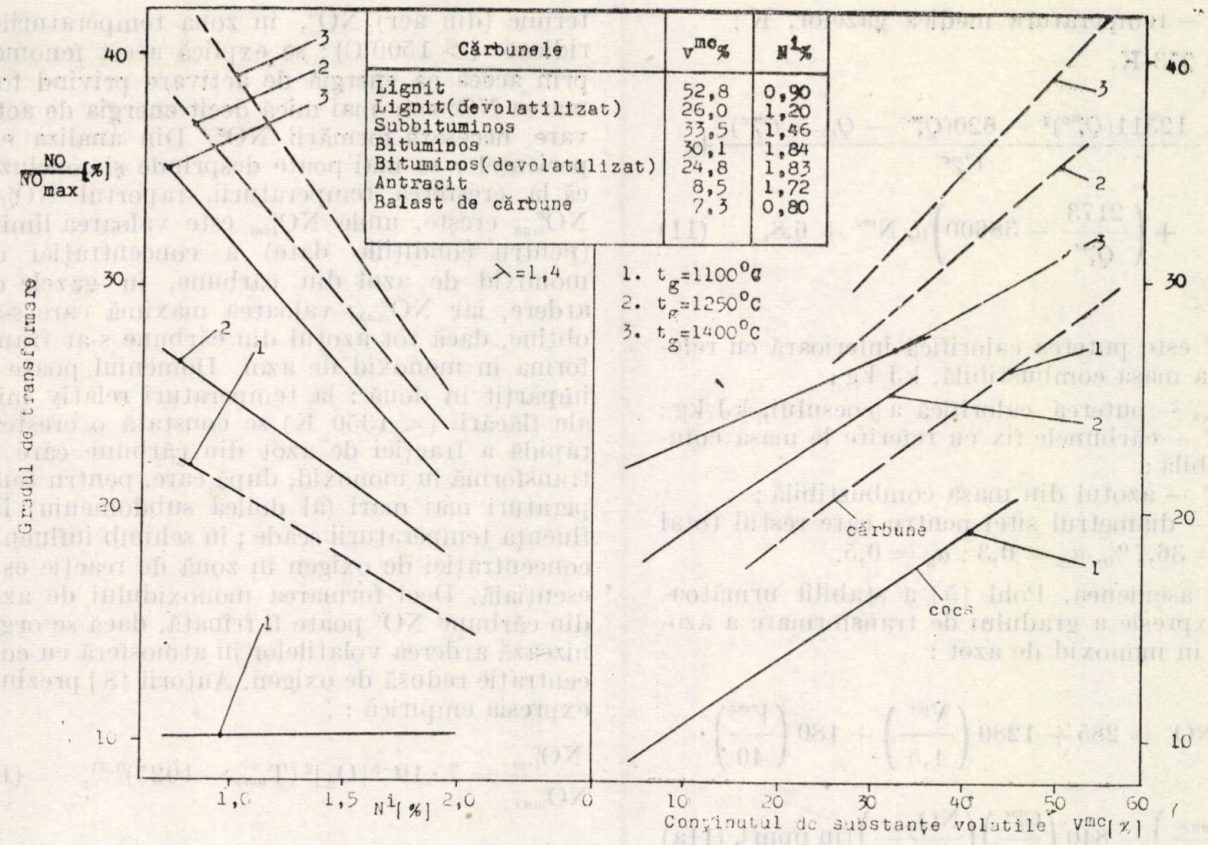


Fig. 9. Gradul de transformare a azotului din cărbune în NO^c în funcție de N^i și V^{mc}, %; temperatura gazelor t_g, parametru variabil.

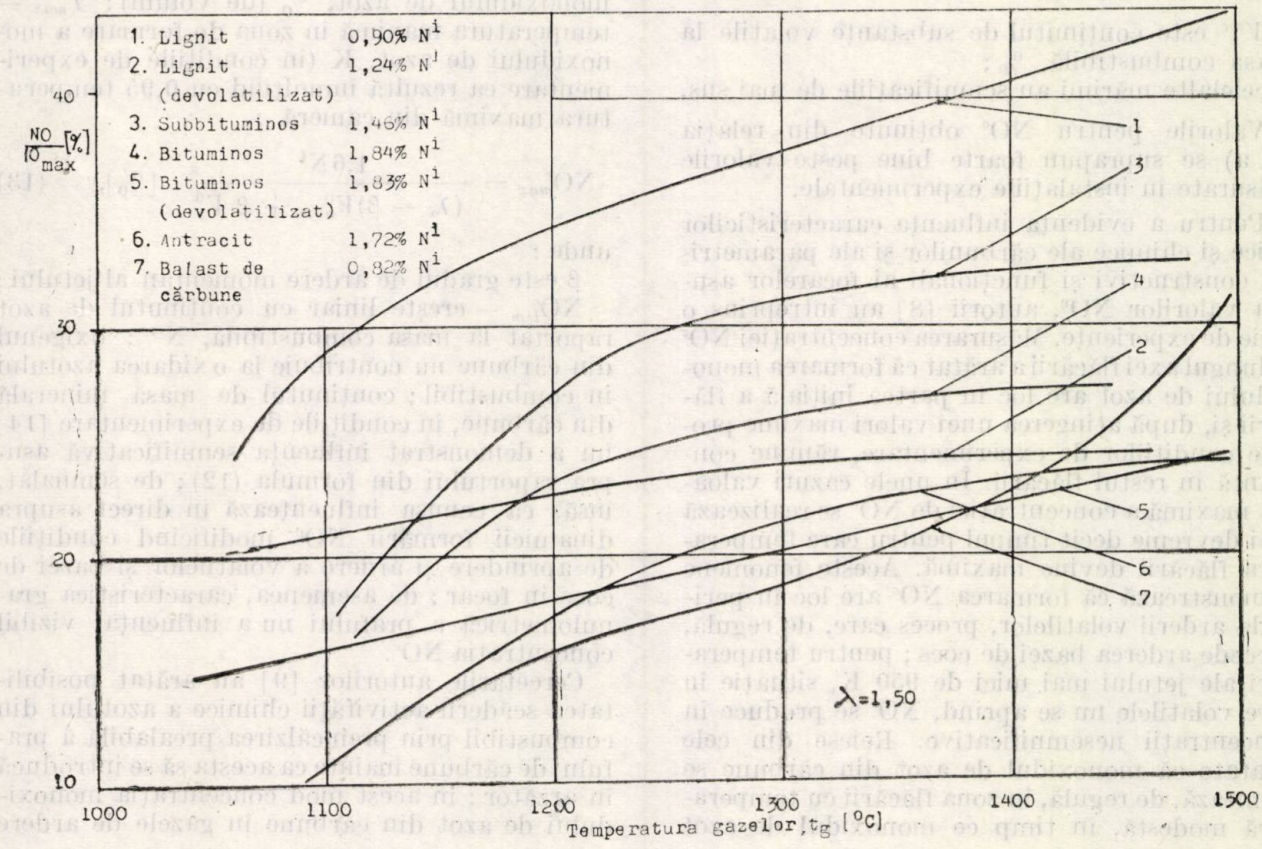


Fig. 10. Dependența gradului de transformare a azotului din cărbune de temperatura gazelor t_g ($\lambda = 1,5$).

T_g — temperatura mediea gazelor, K;
$T_0 = 273$ K.

$$a_1 = \frac{12311(Q_i^{mc})^2 - 620(Q_i^{mc} - Q_{cocs} \cdot C_f^{mc})}{C_f^{mc}} + \\ + \left(\frac{2173}{Q_i^{mc}} - 38600\right) d_c N^{mc} + 6{,}8, \qquad (11)$$

unde :

Q_i^{mc} este puterea calorifică inferioară cu referire la masa combustibilă, kJ/kg;

Q_{cocs} — puterea calorifică a cocsului, kJ/kg;
C_f^{mc} — cărbunele fix cu referire la masa combustibilă;
N^{mc} — azotul din masa combustibilă;
d_c — diametrul sitei pentru care restul total $Rd_c = 36{,}7\%$, $a_2 = 0{,}3$; $a_3 = 0{,}5$.

De asemenea, Pohl [5] a stabilit următoarea expresie a gradului de transformare a azotului în monoxid de azot :

$$NO^c = 285 + 1280\left(\frac{N^{mc}}{1{,}5}\right) + 180\left(\frac{V^{mc}}{40}\right) \cdot \\ \left(\frac{NO_{max}}{3200}\right) - 840\left(\frac{C_f^{mc}}{60}\right)\left(\frac{NO_{max}}{3200}\right) [\text{în ppm}], \quad (11a)$$

unde :

V^{mc} este conținutul de substanțe volatile la masa combustibilă, %;
celelalte mărimi au semnificațiile de mai sus.

Valorile pentru NO^c obținute din relația (11 a) se suprapun foarte bine peste valorile măsurate în instalațiile experimentale.

Pentru a evidenția influența caracteristicilor fizice și chimice ale cărbunilor și ale parametrilor constructivi și funcționali ai focarelor asupra valorilor NO^c, autorii [8] au întreprins o serie de experiențe. Măsurarea concentrației NO^c în lungul axei flăcării a arătat că formarea monoxidului de azot are loc în partea inițială a flăcării și, după atingerea unei valori maxime proprie condițiilor de experimentare, rămîne constantă în restul flăcării. În unele cazuri valoarea maximă a concentrației de NO^c se realizează mai devreme decît timpul pentru care temperatura flăcării devine maximă. Aceste fenomene demonstrează că formarea NO^c are loc în perioada arderii volatilelor, proces care, de regulă, precede arderea bazei de cocs; pentru temperaturi ale jetului mai mici de 950 K, situație în care volatilele nu se aprind, NO^c se produce în concentrații nesemnificative. Reiese din cele relatate că monoxidul de azot din cărbune se formează, de regulă, în zona flăcării cu temperatură modestă, în timp ce monoxidul de azot termic (din aer) NO^a, în zona temperaturilor ridicate ($> 1500°C$); se explică acest fenomen prin aceea că energia de activare privind formarea NO^c este mai mică decît energia de activare necesară formării NO^a. Din analiza experiențelor se mai poate desprinde și concluzia că la creșterea temperaturii, raportul NO^c_{lim}/NO^c_{max} crește, unde NO^c_{lim} este valoarea limită (pentru condițiile date) a concentrației de monoxid de azot din cărbune, în gazele de ardere, iar NO^c_{max}, valoarea maximă care s-ar obține, dacă tot azotul din cărbune s-ar transforma în monoxid de azot. Domeniul poate fi împărțit în două : la temperaturi relativ mici ale flăcării (< 1350 K) se constată o creștere rapidă a fracției de azot din cărbune care se transformă în monoxid, după care, pentru temperaturi mai mari (al doilea subdomeniu) influența temperaturii scade; în schimb influența concentrației de oxigen în zonă de reacție este esențială. Deci formarea monoxidului de azot din cărbune NO^c poate fi frînată, dacă se organizează arderea volatilelor în atmosferă cu concentrație redusă de oxigen. Autorii [8] prezintă expresia empirică :

$$\frac{NO^c_{lim}}{NO^c_{max}} = 7 \cdot 10^{-5}[\bar{O}_2]^2 (T_{max} - 1025)^{0{,}33}, \qquad (12)$$

unde $[\bar{O}_2]$ este concentrația medie integrală de oxigen în jetul de praf în zona de formare a monoxidului de azot, % (de volum); T_{max} — temperatura maximă în zona de formare a monoxidului de azot, K (în condițiile de experimentare ea rezultă înmulțind cu 0,95 temperatura maximă din cameră ;

$$NO^c_{max} = \frac{1{,}6N^i}{(\lambda_i - \beta)V^0_{aum} + \beta V^0_g} \quad [\%], \qquad (13)$$

unde :

β este gradul de ardere momentan al jetului;
NO^c_{lim} — crește liniar cu conținutul de azot raportat la masa combustibilă, N^{mc}; oxigenul din cărbune nu contribuie la oxidarea azotului in combustibil; conținutul de masă minerală din cărbune, în condițiile de experimentare [14] nu a demonstrat influența semnificativă asupra raportului din formula (12); de semnalat, însă, că cenușa influențează in direct asupra dinamicii formării NO^c modificînd condițiile de aprindere și ardere a volatilelor și bazei de cocs în focar; de asemenea, caracteristica granulometrică a prafului nu a influențat vizibil concentrația NO^c.

Cercetările autorilor [9] au arătat posibilitatea scăderii activității chimice a azotului din combustibil prin preîncălzirea prealabilă a prafului de cărbune înainte ca acesta să se introducă în arzător; în acest mod concentrația monoxidului de azot din cărbune în gazele de ardere

poate fi redusă de cîteva ori. Astfel, în cazul utilizării cărbunelui brun s-a redus concentrația NO de două ori, dacă praful a fost preîncălzit pînă la 700 K și de patru ori la preîncălzirea pînă la 900 K.

4.2. NO^c din substanțele volatile

În analiza filierei formării monoxidului de azot din combustibil trebuie să se înceapă cu materiile volatile azotoase degajate din cărbune. Plecînd de la presupunerea că acești compuși azotoși cuprind structurile inelare ale piridinei și pirolei și folosind experiențele lui Ax-

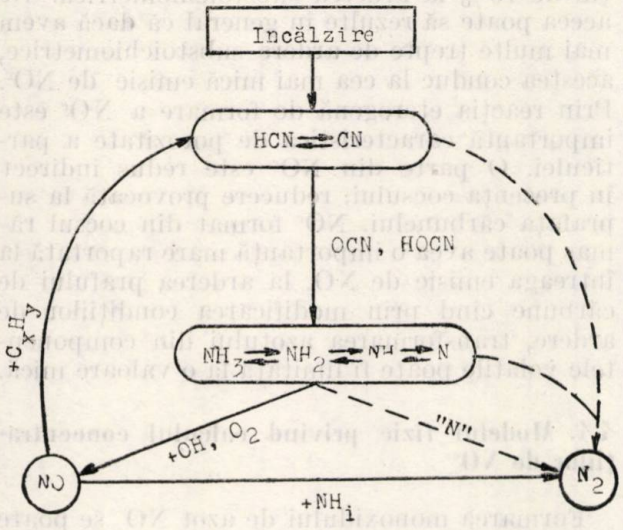


Fig. 11. Mecanismul conversiei fazei gazoase sau a arderii moleculelor mici ale azotului din combustibil.

worthy și alții [10], Haynes [11, 12] a schițat în figura 11 un mecanism pentru conversia fazei gazoase. Mecanismul leagă patru sisteme de reactanți azotoși : sursele CN (mai larg HCN), NH, NO și N_2. HCN are tendința să se echilibreze cu CN prin reacția

$$HCN + H \rightleftarrows CN + H_2, \qquad (14$$

cu o constantă de echilibru $K = 2{,}3 \exp(-8340/T)$. Acest echilibru dă raportul $[CN]/[HCN] < 0{,}01$. Sursa NH(NH_3, NH_2, NH și N tinde, de asemenea, către echilibru intern, în particular între specii de ordin mai înalt conform mecanismului de bază dat de Kaskan și Hughes și prezentat în tabelul 1.

Valorile datelor pentru reacțiile chimice au fost obținute de Sarofim și alții [13]. Epuizarea sursei CN care conduce la formarea speciilor din sursa NH, poate avea loc prin producerea și ulterior reacția radicalului liber bimodal,

$$\cdot O-C\equiv N \rightleftarrows O=C=N\cdot .$$

Haynes, Mulvihill și Philips [14] au dat următoarele reacții posibile :

$$CN + OH \rightarrow OCN + H;$$
$$OCN + H \rightarrow NH + CO. \qquad (15)$$

Tabelul 1

Reacțiile importante între speciile de NH_i

Reacția	A	N	E/R (K)
1. $NH_3 + H \rightarrow NH_2 + H_2$	8,28	0,67	1710
2. $NH_3 + OH \rightarrow NH_2 + H_2O$	7,60	0,68	550
3. $NH_3 + O \rightarrow NH_2 + OH$	8,91	0,50	0
4. $NH_2 + H \rightarrow NH + H_2$	8,15	0,67	2165
5. $NH_2 + OH \rightarrow NH + H_2O$	7,48	0,68	655
6. $NH_2 + O \rightarrow NH + OH$	8,96	0,50	0
7. $NH + H \rightarrow N + H_2$	9,00	0,68	960
8. $NH + OH \rightarrow N + H_2O$	9,20	0,36	755
9. $NH + O \rightarrow N + OH$	9,93	0,70	50

Tabelul 2

Mecanismul și valoarea datelor pentru NO^c și N_2.

Reacția	A	N	E/R (K)
1. $N + OH \rightarrow NP + H$	8,8	0,5	0
2. $N + O_2 \rightarrow NO + O$	6,8	1,0	3150
3. $NH + OH \rightarrow NO + H_2$	9,2	0,6	750
4. $NH_2 + NO \rightarrow N_2 + H_2O$	9,9	0,0	0
5. $NH + NO \rightarrow N_2 + OH$	9,4	0,0	0
6. $N + NO \rightarrow N_2 + O$	10,3	0,0	0

Valoarea constantei pentru reacția de epuizare a sursei HCN a fost sugerată de Fenimore [15] :

$$d(\log [HCN])/dt = -K = -6 \cdot 10^{13}([H_2O]^2)\ \rho$$
$$/[H_2])\exp(-34.200/T),\ s^{-1}. \qquad (16)$$

Reacțiile și valoarea constantelor pentru sursa NH sînt prezentate în tabelul 2. Aceste reacții produc NO direct sau produc N_2 indirect, prin reacții complete cu NO. Această observație este foarte importantă sugerînd că N_2 poate fi format numai cînd există NO suficient. În principiu N_2 poate fi format prin reacție completă a două fragmente de amine sau de cianide ; totuși, estimările indică faptul că acestea vor fi apreciabile în condițiile unui combustibil bogat.

Inelul complet al azotului din combustibil din figura 11 este completat de reacția dintre NO și hidrocarburi pentru formarea HCN. Posibile reacții, după Haynes [10] și de Engleman și alții [16] sînt :

$$CH_3 + NO \rightarrow HCN + H_2O; \qquad (17)$$
$$CH + NO \rightarrow HCN + O.$$

Măsurătorile lui Malte și alții [17] într-un reactor în condițiile de presiune atmosferică, la o temperatură de 1650 K și un raport echivalent aer/combustibil egal cu 1,4 au stabilit

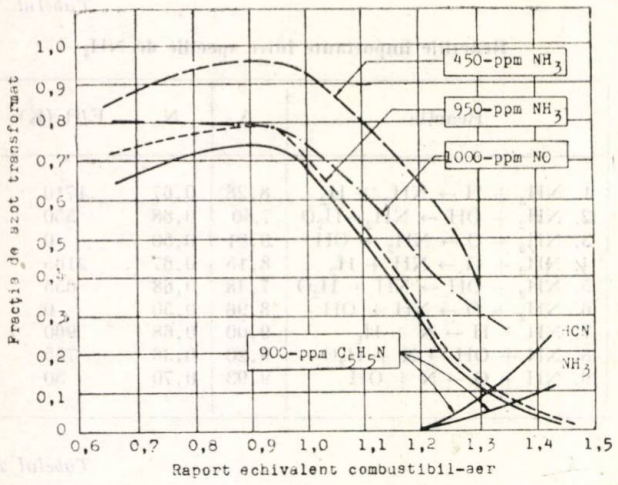


Fig. 12. Conversia azotului în funcţie de raportul combustibil-aer la folosirea aditivilor (C_5H_5N, NH_3 şi NO).

valoarea de 10^3 s^{-1} pentru conversia NO^c din sursa CN.

Figura 12 prezintă rezultatele obţinute la arderea propanului în aer amestecat cu 900 ppm piridină şi cu NH_3 şi NO adăugate în combustibil la intrarea în reactor. Din figură se desprind următoarele concluzii :

1 — descreşterea transformării azotului din combustibil NO^c survenită odată cu descreşterea concentraţiei de azot din combustibil ;

2 — transformarea azotului din combustibil în NO^c a fost similară pentru toţi aditivii ;

3 — peste raportul echivalent aer/combustibil de 1,3 survine importanţa lui HCN şi NH_3. Aceasta corespunde cu o creştere importantă a concentraţiilor de hidrocarburi nearse.

4.3. NO^c din cocs

Cel de al doilea produs al pirolizei primare este cocsul. Acesta mai conţine încă puţin azot şi anume cu atît mai mult cu cît particula conţine un rest de volatile mai mare. Azotul rămas în cocs este component al unor substanţe mai rezistente termic, cum ar fi nitriţii. În principiu, cu cît temperatura la care are loc piroliza este mai ridicată, durata de piroliză este mai lungă şi diametrul particulei este mai mic, cu atît se va reduce cantitatea de azot care va rămîne în cocsul rezidual. Cocsul va arde apoi în funcţie de mărimea particulei, temperatura gazelor şi excesul de aer.

În general despre formarea NO^c la arderea cocsului rămas se cunoaşte puţin pînă acum. Transformarea azotului din cocs în NO^c este mai mică decît la faza gazoasă. În acest proces avînd în vedere efectul catalizator al cocsului reacţiile chimice şi de difuzie a componentelor care conţin azot sînt foarte complexe.

După Song /18/ oxidarea azotului şi a cărbunelui nu are loc selectiv. Prin aceasta se diminuează raportul N/C în timpul reacţiei de ardere. Formarea NO^c din azotul rămas în cocs depinde puţin de parametrii arderii. Este de aceea acceptat să existe o limită inferioară pentru o emisie de NO^c, care nu poate fi depăşită prin modificarea procesului de ardere. Ratele de transformare a azotului din cocsul rămas în NO^c ating 15—25%.

Influenţe asupra mărimii ratei de transformare au o temperatură, excesul de aer şi caracteristica cocsului. Cu creşterea temperaturii p apare o scădere a formării NO.

Pohl şi Sarofim /5/ determină ratele de transformare a azotului din cocs în NO la mai puţin de 10% la arderea substoichiometrică. De aceea poate să rezulte în general că dacă avem mai multe trepte de ardere substoichiometrice, acestea conduc la cea mai mică emisie de NO^c. Prin reacţia eterogenă de formare a NO^c este importantă caracteristica de porozitate a particulei. O parte din NO^c este redus indirect în prezenţa cocsului, reducere provocată la suprafaţa cărbunelui. NO^c format din cocsul rămas poate avea o importanţă mare raportată la întreaga emisie de NO, la arderea prafului de cărbune cînd prin modificarea condiţiilor de ardere, transformarea azotului din componentele volatile poate fi limitată la o valoare mică.

4.4. Modelul fizic privind calculul concentraţiilor de NO^c

Formarea monoxidului de azot NO se poate calcula pe baza unui model fizic simplificat, care admite descompunerea pînă la atomi a componentelor substanţelor volatile care conţin azot în structura lor chimică ; apoi atomii se recombină formînd molecule de azot, sau se oxidează formînd monoxidul de azot, $N + N \rightarrow N_2$; $mN + 0{,}5mO_2 \rightarrow mNO$.

Concentraţiile moleculare de azot şi a monoxidului de azot din gaze se găsesc rezolvînd ecuaţiile cineticii chimice omogene

$$\frac{dN_2}{d\tau} = k_{01}\frac{N^2}{T_g}\exp\left(-\frac{E_1}{RT_g}\right),\ cm^3/m^3\ ; \qquad (18)$$

$$\frac{dNO^c}{d\tau} = k_{02}\frac{N}{T_g}O_2^{\gamma}\exp\left(-\frac{E_2}{RT_g}\right),\ cm^3/m^3, \qquad (19)$$

unde concentraţie azotului atomic N se calculează din expresia de bilanţ material :

$$N = \mu[k_{da}N^i - k_{vt}\ (N_2 + NO^c)]. \qquad (20)$$

Notaţiile au următoarele semnificaţii :

k_{da} — coeficientul de descopunere a substanţelor organice din cărbune cu azot în formula lor chimică ;

N^i — conţinutul de azot în masa iniţială a cărbunelui (fracţie) ;

Tabelul 3

Coeficienţii de transformare a unităţilor de măsură în cazul calculului concentraţiei oxizilor de azot

Unitatea în care se exprimă concentraţia NO_x	Unitatea în care se recalculează concentraţia NO_x			
	ppm = milion^{-1} = = cm^3/m^3	procent, %	g/m^3* NO_2	mg/kg NO_2
ppm; milion^{-1}; cm^3/ρm^3	1	10^{-4}	0,002	1,6
procent %	10^4	1	20,45	$1{,}6 \cdot 10^4$
g/m^3, NO_2	490	0,049	1	790
mg/kg, NO_2	0,63	$63 \cdot 10^{-6}$	0,0013	1

* Volum în condiţii „normale" de temperatură şi presiune

μ — concentraţia cărbunelui în faza gazoasă, kg/m^3;

$$k_{vt} = 0{,}625 \cdot 10^{-6} (k_v + \lambda_i - 1) V_a^0 , \quad (21)$$

unde:

λ_i este coeficientul de exces de aer în arzător;
V_a^0 — volumul de aer necesar arderii, m^3/kg;
$E_1 = 4{,}2$ MJ/mol;
$E_2 = 31{,}2$ MJ/mol;
$k_{01} = 0{,}7 \cdot 10^{15}$;
$k_{02} = 0{,}73 \cdot 10^{16}$;
$\nu = 1{,}8$;

$$k_{da} = (1 - q_{4v}) k_i , \quad (22)$$

unde q_{4v} reprezintă fracţia de volatile nearse;

$$k_i = 0{,}263 \cdot 10^{-5} (T_g - 823)^2 ;$$

dacă $T_g = 823$ K, $k_i = 0$; dacă $T_g = 1440$ K, $k_i = 1$; k_v — coeficient adimensional; reprezintă creşterea volumului de gaze prin ardere $k_v = V_g^0 / V_a^0$.

Avînd însă în vedere că în procesul de ardere a cărbunelui pulverizat, atît concentraţia oxigenului, cît şi temperatura fazelor gazoasă şi solidă sînt variabile, sistemul (18—19) trebuie completat cu încă opt ecuaţii diferenţiale, problemă analizată în lucrarea [1].

4.5. Formarea oxizilor de azot la arderea cărbunelui în strat fluidizat

La arderea cărbunelui în strat fluidizat, din cauza nivelului relativ redus al temperaturii 850—950°C, se formează monoxid de azot numai din azotul combustibil NO^c. Experienţele au arătat că simultan cu formarea monoxidului de azot stratul fluidizat oferă condiţii de reducere a acestuia. În cazul stratului fluidizat NO^c se formează în urma arderii volatilelor care conţin componente gazoase cu azot în molecula lor, dar partea cea mai importantă provine din azotul din cocs. Monoxidul de azot format intră în reacţii cu volatilele (în care se găseşte amoniac NH_3) şi cu baza de cocs — domeniul se caracterizează prin concentraţie redusă a oxigenului — în urma căreia NO^c se reduce formîndu-se N_2, CO_2, şi H_2O. NO^c se formează cu preponderenţă deasupra grilei de repartiţie a aerului, zonă ce se caracterizează prin concentraţie ridicată a oxigenului. În stratul fluidizat fenomenul de descompunere a NO^c are loc conform cu două reacţii care se desfăşoară în paralel: reacţia omogenă între NO şi componentele gazoase ale volatilelor care conţin atomi de azot (de exemplu NH_3) şi reacţia eterogenă între NO şi cocs. Ambele reacţii duc la formarea azotului molecular N_2.

În figura 13 sînt prezentate rezultatele experienţelor în care s-au determinat repartiţia concentraţiilor diferitelor componente gazoase atît în stratul care arde, cît şi în spaţiul de deasupra stratului.

Pentru analiza acestor procese este necesar să avem informaţii despre caracteristicile hidrodinamice ale stratului, despre viteza de degajare a componentelor gazoase care conţin azot organic, despre cinetica reacţiilor chimice, despre variaţia în timp a temperaturii şi a compoziţiei produselor gazoase.

Caracteristicile hidrodinamice ale stratului sînt suficient de bine descrise de modelul bifazic al curgerii, model propus de Toomy şi Johnstone, conform căruia debitul total de aer care depăşeşte debitul necesar de fluidizare trece prin strat sub formă de bule de aer.

Pentru descrierea procesului de oxidare a azotului din combustibil, precum şi pentru descompunerea acestuia au fost admise următoarele ecuaţii.

$$NH_3 + O_2 \rightarrow NO + \ldots ;$$

$$NH_3 + NO \rightarrow N_2 + \ldots , \quad (24)$$

unde amoniacul modelează conţinutul de substanţe volatile din cărbune care au azot în formula lor chimică. Constantele vitezelor de re-

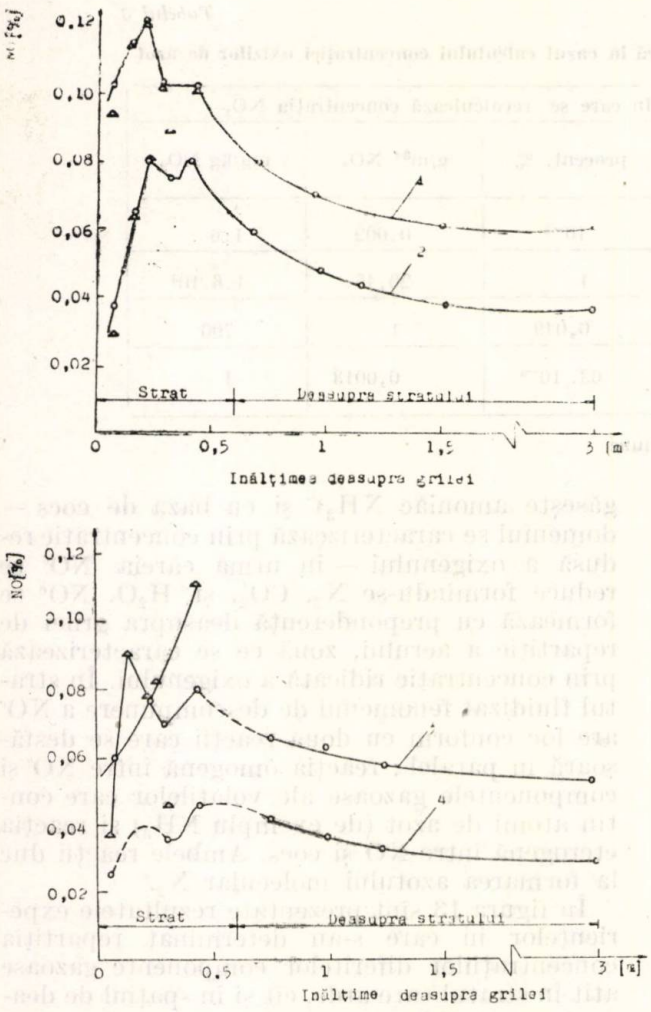


Fig. 13. Profile verticale ale concentrației NO lîngă perete și pe axul camerei de ardere cu secțiunea 30×30 cm; 0 — pe axă; Δ — la perete; 1 — exces de cărbune 9% t = = 836°C; 2 — exces de cărbune 1%; t = 736°C; 3 — exces de aer 17% t = 804°C; 4 — exces de aer 17%; t = 710°C.

acție respectiv pentru cele două reacții prezentate sînt

$$k_1 = 2{,}544 \cdot 10^3 T \exp(-15098/T),$$

$$\text{cm}^3/(\text{mol.s}); \qquad (25)$$

$$k_2 = 6{,}564 \cdot 10^{11} T^{0.5} \exp(-13583/T),$$

$$\text{cm}^3/(\text{mol.s}).$$

În ceea ce privește variația temperaturii și compoziția mediului gazos a fost admisă ipoteza cercetării a două cazuri limită; substanțele cu azot în moleculă degajate împreună cu volatilele ard în regim cinetic, sau regim difuziv. Apoi s-a admis că azotul din cocs în procesul de ardere a acestuia se află într-un strat limită în jurul particulei. Astfel vom avea: „modelul omogen" în care se consideră că reacția cu participarea azotului din cărbune decurge în faza gazoasă în exteriorul stratului limită al particulei și „modelul picătură" în care se presupune că reacțiile decurg în stratul limită al particulei.

„Modelul omogen" al formării monoxidului de azot

Au fost analizate patru cazuri în care curgerea gazelor în faza omogenă (densă) a stratului fluidizat are loc fie în piston, fie în amestec perfect, iar în faza bulelor — curgerea tip piston; formarea NO are loc numai în faza omogenă și numai în cazuri extreme și în faza de curgere sub formă de bule.

În continuare s-a analizat mai amănunțit unul din cazuri. S-au făcut următoarele ipoteze: curgerea gazelor este tip piston, atît în faza densă, cît și în cea cu bule; reacții au loc în ambele faze; timpul degajării volatilelor din particulă este egal cu timpul amestecării lor.

Cercetările teoretice și experimentale [18] arată o bună corespondență a ipotezelor admise.

Ehrlich S. [20] propune următoarea expresie pentru concentrația NO în gazele de ardere care părăsesc stratul fluidizat ($N^i = 1{,}1 - 2{,}2\%$); ($t = 785 - 980$°C).

$$NO_x(10^{-4}\ \%) = 0{,}28 \cdot 10^6 (1 + 1{,}7\ N^{anh}) k, \qquad (26)$$

unde k este constanta de echilibru a reacției $N_2 + O_2 = 2NO$, iar N^{anh} conținutul de azot cu referire la masa anhidră a cărbunelui, %; rezultatele obținute cu această formulă se încadrează suficient de bine peste cele experimentale și prezentate în figura 13. Experimental s-a constatat că NO apare cu predilecție în zona de introducere a cărbunelui în stratul fluidizat. Dacă presiunea în stratul fluidizat crește, concentrația de NO scade.

Ținînd seama de formula globală de formare a monoxidului de azot ($N_2 + O_2 = 2NO$) viteza de formare a acestuia poate fi scrisă de ecuația

$$\frac{dNO}{d\tau} = k_1 N_2 O_2 e^{-129000/RT} - k_2 NO^2 e^{-86000/RT}. \qquad (27)$$

La răcirea rapidă a gazelor de ardere, specifice focarelor generatoarelor moderne de abur, se micșorează mult viteza reacției inverse și deci descompunerea NO la rezultatul final este nesemnificativă.

Reacțiile de formare a monoxidului de azot din combustibil sînt

$$\begin{aligned} &NH + O_2 = NO + OH; \\ &CH + O_2 = OH + CO; \qquad (28) \\ &NO + H_2O + NO_2 + OH; \\ &NO_2 + O = NO + O_2. \end{aligned}$$

Lanțul cinetic al formării NO^c este următorul : în zona inițială a flăcării în care reacțiile nu au ajuns la echilibru are loc descompunerea substanțelor din cărbune care conțin azot cu formarea produșilor intermediari N, NH, NH_2, CN etc., care apoi se oxidează pînă la NO^c. După aceea descompunerea NO are loc, probabil, conform reacțiilor

$$NO + N \rightarrow N_2 + O; \quad (29)$$

$$NH + NO \rightarrow N_2O + H.$$

Evident, că emisia de NO este mai mare la arderea substanțelor organice decît emisia de NO termic (din aer), deoarece energia de legătură a atomilor de azot în compuși organici este mai mică decît cea necesară disocierii moleculelor de N_2.

Experimental s-a constatat că NO^c la arderea cărbunelui în strat fluidizat se formează în majoritate în primul sfert al înălțimii acestuia (deasupra grilei) ; acest aspect duce la concluzia că asupra dinamicii formării monoxidului de azot, un rol major îl joacă concentrația de oxigen în agentul de fluidizare ; de asemenea, valori mari ale concentrației NO se găsesc în faza densă (suspensie) a stratului fluidizat și nu în zona cu bule. Apoi NO^c se reduce, atît reacționînd cu amoniacul din volatile, cît și cu cocsul ($t \geqslant 800°C$). La amestecul gazos de deasupra stratului, monoxidul de azot reacționează și cu monoxidul de carbon.

$$2NO + 2CO \rightleftarrows N_2 + 2CO_2. \quad (30)$$

BIBLIOGRAFIE

[1] Neaga, C., Pișă, I. *Nitrogen monoxide generation in the process of powdered coal combustion; primary methods related to the reduction of its concentration.* In: Rev. Roum. Sci. Techn—Electrotechn. et Energ., 37, 2, p. 235—244, Bucarest, 1992.

[2] Klein. J. *Untersuchungen zur Abspaltung von Wasserdampf CO, CO_2, N_2, und H_2 bei der nichtisothermen Stein-Kohlenpyrolyse unter inerter und oxidierender Atmosphäre.* Dissertation TH Aachen, 1971.

3] Blair, D. W., Wendt, J. O. L., Bartok, W. *Evolution of Nitrogen and other Species During Controlled Pyrolysis of Coal.* 17 Symposium (International) on Combustion, 474/489. The Combustion Institute, Pittsburgh 1978.

[4] Kotler, V. R. *Ocsidiazotav dimovîh gazah kollov.* — M. In: Energoatomizdat, 1987—144 s.

[5] Pohl, J. H., Sarofim, A. F. *Devolatilization and Oxidation of Coal Nitrogen.* 16 Symposium (International) on Combustion 491/501. The Combustion Institute, Pittsburgh 1976.

[6] Solomon, P. R., Colket, M. B. *Evolution of* Fuel Nitrogen în Coal Devolatilization, Fuel 57 (1978), 749/755.

[7] Pershing, D. W., Wendt, J. O. L. *Pulverized Coal Combustion: The Influence of Flame Temperature and Coal Composition on Thermal and Fuel NO_x* 16 Symposium (International) on Combustion, 389/399. The Combustion Institute, Pittsburgh 1976.

[8] Titov, S. P. *Issledovanie obrazovaniia NO_x iz azota topliva prigorenii pîli camennîh uglei.* In: Teploener ghetika, 1980, Nr. 3, s. 64—67.

[9] Babii, V. I. *Vliianie predvanitelnogo podogreva ugolnoi pîli na vihod „toplivîh" oksidov azota.* In: Teploenerghetika, 1983, Nr. 9, s. 10—13.

[10] Philip, C. M. and Dee, P. R. *Mechanism and Kinetics of Pollutant Formation during Reaction of Pulverized Coal,* pp 183—210.

[11] Haynes, B. S. Combustion and Flame, 1977, pp. 113—121.

[12] Haynes, B. S., Jverech, D. and Kirov, N. Y. — 15 Symp. on Comb., The Combustion Institute, Pittsburgh, 1974, p. 1103.

[13] Sarofim, A. F., Pohl, J. H, Taylor, B. R. *Strategies for Controlling Nitrogen Oxide Emissions During Combustion of Nitrogen, Bearing Fuels.* Aiche Symposium Series 74 (1978) 174, 67/92.

[14] Waldermer, S. *Experimentelle Unteruchung der Bildung von Stickstoffoxiden bei der Kohlestaubvebrennung,* Ruhr-Universität Bochum, 1985, p. 218.

[15] Fenimore, G. P. *Formation of Nitric Oxide in Premixed Hydrocarbon Flames.* 14 Symposium on Combustion, 1971, pp 373—380.

[16] Engleman, V. S., Siminski, V. J. Bartok, W. *Mechanisms and Kinetics of the Formation of NO_x and Other Combustion Pollutants,* Phase II, Modified Combustion. Raport EPR—600/7—76—0096, U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1976).

[17] Malte, P. C., Halgren, L. E., Monteith, R. C., Pratt, D. T. — *The Fate of Organic Nitrogen in Jet-Stirred Combustion,* Paper No. 76—31, Western States Section, Fall Meeting of the Combustion Institute, La Jolla, Co. (1976).

[18] Song, J. H., Pohl, J. H. Beer, J. M., Sarofim, A. F. *Nitric Oxide Formation During Pulverized Coal Combustion.* Combustion Science and Technology 28 (1982), 31/39.

[19] Davidson, J. F, Keairns, D. L. *Novoe v teorii i practike psevdoojijeniia. Perevod s angliiscogo,* Izd. „Mir". Moskva, 1980, 192 st.

[20] Yates, J. G. *Osnovi mehaniki psevdoojijeniia s prilojeniiami. Perevod s angliiscogo.* Moskva „Mir", 1986, 288 st.

(Primit la 30 noiembrie 1992, acceptat 4 mai 1993)

Determinarea variației presiunii în aspirația pompelor de alimentare la declanșarea turbinei

Ing. GABRIEL ROMASCU,
mat. DUMITRU DRĂGUSIN*

Instalația de degazare-alimentare trebuie astfel dimensionată încît să evite fenomenul de cavitație atît în regimurile stabile de funcționare cît și în regimurile tranzitorii.

In lucrare se prezintă modul de determinare atît a variației presiunii cît și a înălțimii suplimentare care să compenseze scăderea presiunii în aspirația pompei.

The deaeration — feeding installation should be so dimensioned as to avoid the occurrence of the cavitation phenomenon both in stabilized operating conditions and in transitory regimes. The paper presents the manner of establishing both pressure variation and the additional height wich should compensate the pressure decrease in the pump suction

Descriptori; centrale termoelectrice, pompe alimentare, cavitație, degazor

Introducere

Ansamblul instalației degazor — pompă alimentare, influențează atît structura schemei termomecanice a instalației, cît și structura clădirii în care este amplasată instalația.

Așa cum se arată în lucrările [1, 2], alegerea presiunii de degazare este rezultatul unei optimizări din punct de vedere termodinamic, ceea ce conduce la plasarea ansamblului degazor—pompă alimentare în locul cel mai favorabil al sistemului regenerativ.

Odată stabilit locul în schemă, este necesar să se analizeze comportarea în funcționare a ansamblului degazor—pompă, pentru a stabili poziția relativă optimă a acestor două componente importante, poziție care poate determina unele soluții constructive pentru clădirea principală a unității energetice respective.

1. Analiza fenomenului urmare a declanșării turbinei

În cazul unităților care funcționează în schema bloc, cazan-turbină, de regulă pompele de alimentare aspiră din rezervorul degazorului, în care apa se află în stare de saturație. Alimentarea cu abur se asigură dintr-o priză regenerativă, fixă a turbinei, în așa fel încît presiunea aburului variază cu sarcina turbinei.

În general, există posibilitatea ca în cazul opririi turbinei să se asigure abur la rezervorul de alimentare, direct de la generatorul de abur, printr-un ventil de reducere a presiunii.

În cazul declanșării turbinei, sistemul de protecție al acesteia comandă închiderea ventilului de admisie a aburului în turbină, și în consecință se anulează debitul de abur al prizei care alimenta degazorul, sau altfel spus, degazorul este pus la presiunea condensatorului. Această cădere brutală de presiune, produce o vaporizare masivă a apei din rezervor, și apare o tendință de curgere inversă a aburului spre turbină. Această tendință este rapid anihilată de închiderea clapetei de reținere. Comanda de blocare în poziție „închis" a acesteia, eventual, se primește de la același semnal care comandă închiderea ventilului de admisie în turbină. Astfel, se poate presupune, că, imediat după declanșarea turbinei, degazorul se consideră izolat pe parte de abur [3, 4].

Deoarece preîncălzitoarele de apă nu mai sînt alimentate cu abur, condensatul ce pătrunde în degazor are o temperatură din ce în ce mai coborîtă, și în final aceasta atinge valoarea pe care o are la ieșire din condensator. Modul de variație a valorii temperaturii, respectiv a presiunii, este influențat de cantitate de căldură înmagazinată în circuitul regenerativ. De regulă, la instalațiile energetice bloc, generator de abur

* Institutul de Studii și Proiectări Energetice, București

—turbină, pompa de alimentare continuă să funcţiuneze şi după declanşarea turbinei pentru a menţine sursa de abur la o sarcină minimă, în vederea încercării relansării turbinei, sau pentru evacuarea căldurii remanente.

2. Determinarea presiunii în aspiraţia pompei de alimentare

Schema principală a instalaţiei şi traseului rezervor—pompă de alimentare este prezentată în figura 1.

H — înălţimea de la suprafaţa apei din rezervor pînă la axul pompei ;
P_A — presiunea la suprafaţa apei în rezervor ;
W_A, W_B — viteza apei în punctele A şi B ;
P_{AB} — suma pierderilor de presiune prin frecare între punctele A şi B ;
P_{SA}, P_{SB} — presiunea de saturaţie în punctul A, respectiv B ;
$NPSH$ — valoarea suprapresiunii cerută în aspiraţia pompei (peste valoarea presiunii de saturaţie) pentru evitarea cavităţii.

Se menţionează că, de regulă, valoarea $NPSH$ comunicată de furnizorul pompei, include şi valoarea presiunii necesare pentru asigurarea vitezei fluidului (W) în aspiraţia pompei [4].

Prin aplicarea legii lui Bernoulli între punctele A şi B se obţine :

$$P_A + \frac{W_A^2}{2g} = P_{SB} + H + \frac{W_B^2}{2g} + \Delta P_{AB} + \left(NPSH - \frac{W^2}{2g}\right) \quad (1)$$

Se ţine seama că P_A, reprezintă presiunea de saturaţie corespunzătoare temperaturii din rezervor ($P_A = P_{SA}$) şi cu suficientă aproximaţie se poate considera că : $W_A = 0$ şi $W_B = W$.

De asemenea, se consideră că densitatea apei şi coeficientul de dilatare al acesteia rămîn constante.

Relaţia (1) în forma (2) exprimă condiţia de evitare a cavitaţiei la pompă :

$$P_{SA} + H - \Delta P_{AB} > P_{SB} + NPSH. \quad (2)$$

În cazul unui regim stabil de funcţionare se poate considera că $P_{SA} = P_{SB}$ iar relaţia (2) devine :

$$H - \Delta P_{AB} - NPSH > 0. \quad (3)$$

În cazul unui regim tranzitoriu, cum ar fi şi cel de declanşare a turbinei, presiunea în rezervor variază în timpul Δt, în care picătura de lichid se deplasează din punctul B ; în acest caz relaţia (2) se poate scrie :

$$P_{SA}(t + \Delta t) - P_{SA}(t) - \Delta P_{AB} + H > NPSH.$$

Dacă intervalul de timp Δt este suficient de mic, atunci :

$$\frac{P_{SA}(t + \Delta t) - P_{SA}(t)}{\Delta t} = \frac{dP_{SA}}{dt}$$

şi deci :

$$H - \Delta P_{AB} - NPSH + \frac{dP_{SA}}{dt}\Delta t > 0. \quad (4)$$

Din relaţia (4) rezultă că presiunea în punctul B are o variaţie (scădere) în timp, determinată în mod deosebit de modul de scădere a presiunii în rezervor.

Cu alte cuvinte, pentru a nu apărea cavitaţia în pompă se poate spune că este necesară o mărire a înălţimii de aşezare a rezervorului, deasupra pompei, cu o valoare care să suplinească scăderea de presiune din rezervor în regim tranzitoriu.

3. Diferenţa spaţială de temperatură

În lucrarea [6] s-a stabilit următoarea relaţie pentru determinarea variaţiei temperaturii în degazor la declanşarea turbinei cu luarea în considerare a căldurii înmagazinate în PJP şi debite de condens egale la intrarea şi ieşirea din degazor :

$$\theta = \theta_c + \frac{(\theta_p - \theta_c)}{1 - \frac{M_0}{m}} e^{-\frac{D_i}{m}t} - \frac{(\theta_p - \theta_c)}{1 - \frac{M_0}{m}} e^{-\frac{D_i}{M_0}t} + (\theta_0 - \theta_c) e^{-\frac{D_i}{M_0}t}, \quad (5)$$

unde :

D_i este debitul de apă la intrarea în degazor ;
θ_c — temperatura apei la ieşirea din condensator ;
θ_0 — temperatura apei în degazor, în momentul declanşării turbinei ;
θ_p — temperatura apei la intrarea în degazor la momentul declanşării ;
M_0 — masa de apă din preîncălzitorul de joasă presiune, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal a rezervorului ;

m — masa de apă din preîncălzitorul de joasă presiune, inclusiv echivalentul în masă de apă al masei de metal al acestuia;

t — timpul.

Se notează: $y = \dfrac{\theta_p - \theta_c}{1 - \dfrac{M_0}{m}}$.

Tabelul 1

Date de calcul folosite la determinarea temperaturii și presiuni în degazor la declanșarea turbinei

Date de intrare	300 MW	700 MW
D_i — debitul de intrare în degazor [kg/h]	793664	2746414
[kg/s]	220,46	762,89
D_e — debitul de ieșire din degazor [kg/h]	434540	1755366
[kg/s]	120,71	487,60
θ_c — temperatura apei la ieșirea din condensator [°C]	32	31
[K]	305,15	304,15
M_0 — masa de apa din degazor, inclusiv echivalentul în apă al masei de metal al acestuia [kg]	95223	94001
m — masa de apa din preîncălzitoare, inclusiv echivalentul în masa de apă al acestora [kg]	25000	124376
θ_0 — temperatura în degazor la momentul t ($t = 0$) [°C]	171,67	145
[K]	444,82	418,15
θ_p — temperatura apei la ieșirea din ultimul preîncălzitor la momentul t [°C]	145	113
[K]	418,15	386,15
l — lungimea traseului conductei de aspirație [m]	28,3	17,1
d — diametrul conductei de aspirație [m]	0,40	0,48
V — volumul apei din rezervor [m^3]	90	70

Deoarece fenomenele au loc în zona de saturație se poate considera că evoluția presiunii este descrisă cu suficientă aproximație de evoluția temperaturii.

Se denumește diferență spațială de temperatură, diferența de temperatură la un moment dat între două elemente de lichid aflate pe conducta de aspirație a pompei de alimentare (fig. 1). Întrucît se consideră că nu are loc un schimb de căldură între două elemente de lichid alăturate și nici între lichid și atmosferă, se poate

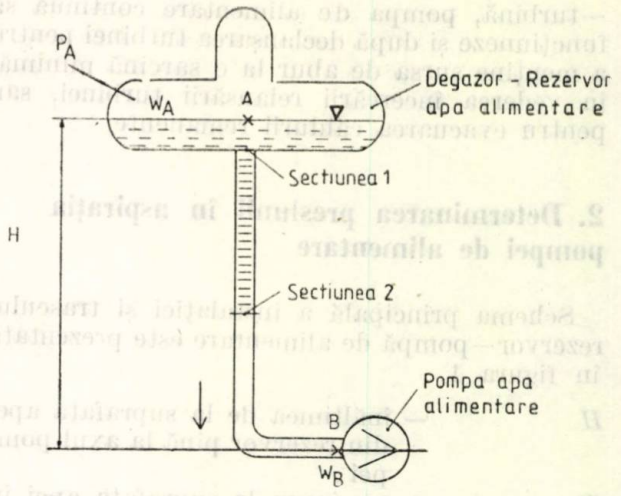


Fig. 1. Schema principală a instalației de degazare-alimentare.

presupune că temperatura apei în secțiunea 2 are aceeași valoare cu care a părăsit rezervorul [3]. Dacă între momentul declanșării și momentul în care particula de fluid părăsește rezervorul (secțiunea 1) s-a scrus timpul t_1, atunci temperatura particulei de fluid este [3, 5]:

$$\theta_1 = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{M_0}t_1} - y(e^{-\frac{D_i}{M_0}t_1} - e^{-\frac{D_i}{m}t_1}). \tag{6}$$

Se consideră că această particulă are nevoie de durata Δt pentru a ajunge în secțiunea 2. În momentul ajungerii în secțiunea 2, conform ipotezelor de mai sus, particula de apă are temperatura θ_1. În acest moment, însă, temperatura în secțiunea 1 este:

$$\theta_2 = \theta_c + (\theta_0 - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{M_0}t_2} - y(e^{-\frac{D_i}{M_0}t_2} - e^{-\frac{D_i}{m}t_2}) \tag{7}$$

cu precizarea că $t_2 = t_1 + \Delta t$.

Deci diferența spațială de temperatură este:

$$\Delta\theta_{1-2} = (\theta_0 - \theta_c)e^{-\frac{D_i}{M_0}t_1}(1 - e^{-\frac{D_i}{M_0}\Delta t}) -$$

$$- ye^{-\frac{D_i}{M_0}t_1}(1 - e^{-\frac{D_i}{M_0}\Delta t}) + ye^{-\frac{D_i}{m}t_1}(1 - e^{-\frac{D_i}{m}\Delta t}). \tag{8}$$

Revenind la relațiile (6) și (7), și ținînd seama că fenomenele au loc pe curba de saturație, valorilor θ_1 și θ_2 le corespund presiunile de saturație p_1 și p_2, respectiv p_d — (în degazor) și p_p — (la intrarea în pompă).

Rezultă, deci, că înălțimea suplimentară de care trebuie să se țină seama la fixarea cotei de amplasare a degazorului este valoarea maximă a expresiei $p_s = p_d - p_p$.

Dacă se neglijează influența preîncălzitoarelor ($m = 0$) se obține :

$$(\Delta\theta_{1-2})_{max} = (\theta_0 - \theta_c)(1 - e^{-\frac{\Delta t}{M_0} D_i})$$

Dacă se consideră că durata de parcurgere a traseului rezervor-pompă este t_p, atunci diferența spațială de temperatură are o valoare [2], dată prin relația :

$$\Delta\theta_{max} = (\theta_0 - \theta_c)(1 - e^{\frac{t_p D_i}{M_0}})$$

adică, diferența spațială de temperatură este maximă într-o secțiune oarecare 2, cînd particula care ajunge în secțiunea 2 are temperatura egală cu cea din rezervor în momentul declanșării [3].

Aceeași concluzie se poate deduce și grafic (fig. 2).

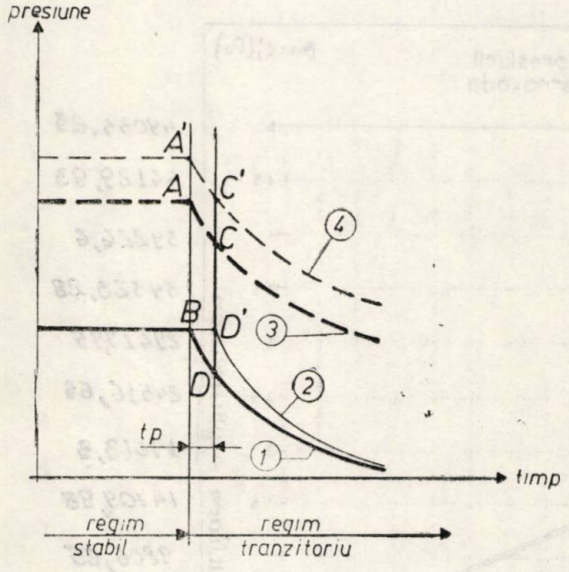


Fig. 2. Variaț a presiunii în aspirația pompei; t_p — durata de parcurgere a traseului rezervor-pompă; DD' — înălțimea suplimentară pentru ridicarea cotei rezervorului; AB — rezerva de cavitație (regim stabilizat); CD' — rezerva de cavitație (regim tranzitoriu); C'D' — rezerva de cavitație (regim tranzitoriu rezervor la o cotă mărită).

În figura 2 s-au prezentat următoarele curbe :

curba 1 — variația presiunii de saturație în degazor, determinată pe baza variației temperaturii în acesta, după declanșare ;

curba 2 — variația presiunii de saturație în pompă. Această curbă se obține prin deplasarea spre dreapta a curbei 1 cu valoarea corespunzătoare duratei t_p (de parcurgere a traseului rezervor-pompă alimentare) ;

curba 3 — variația presiunii la aspirația pompei de alimentare. Această curbă se obține din curba 1, deplasată pe verticală în sus, cu valoarea H (diferența de cotă dintre rezervor și pompă). Se precizează că s-a neglijat termenul ΔP din relația (4) ;

curba 4 — variația presiunii la intrarea în pompă dacă degazorul se amplasează la o cotă mărită cu înălțimea suplimentară.

Se poate constata că :

— diferența dintre curbele 2 și 1 reprezintă presiunea suplimentară pentru compensarea diferențelor de presiune determinată de scăderea temperaturii în degazor ;

— diferența dintre curbele 3 și 2 reprezintă rezerva de presiune în aspirația pompelor față de valoarea presiunii de saturație.

Se observă că valoarea presiunii suplimentare este maximă (respectiv valoarea rezervei de presiune are o valoare minimă) în momentul în care picătura care ajunge la intrarea în pompă are încă temperatura din rezervor la momentul declanșării.

Segmentul AB reprezintă rezerva de înălțime, care include și valoarea NSPH, pentru a evita apariția cavitației, în aspirația pompei, în regim stabilizat, corespunzător cotei la care a fost amplasat rezervorul.

În cazul regimului tranzitoriu determinat de declanșarea turbinei rezerva de înălțime are valoarea minimă CD', în momentul $t = t_p$, mai mică decît AB. Pentru a conserva aceeași valoare a rezervei de înălțime și în regimul tranzitoriu este necesar ca rezervorul să fie așezat la o cotă mai ridicată.

Înălțimea suplimentară DD' trebuie înțeleasă ca aceea valoare cu care este necesar să se înalțe cota de amplasare a rezervorului (DD' = AA') pentru ca rezerva de înălțime să aibă valoare (CD = AB) cu cea care s-a considerat ca satisfăcătoare pentru regimul stabilizat de funcționare, cu rezervorul la cota neînălțată.

APLICAȚIE

În cele ce urmează se va prezenta o aplicație a relațiilor deduse mai sus pentru blocul de 330 MW (Rovinari) și pentru unitatea temperaturii în rezervor și la intrarea în pompă, precum și determinarea înălțimii suplimentare datorită diferenței spațiale de temperatură.

Calculele s-au realizat cu și fără luarea în considerare a influenței preîncălzitoarelor de joasă presiune.

Nu s-a ținut seama de efectul aburului suplimentar introdus în degazor și nici de creșterea temperaturii în condensator la funcționarea prin by-pass.

Pe baza rezultatelor obținute s-au întocmit diagramele din figura 3, în care se reprezintă variația temperaturii și a înălțimii suplimentare pentru instalațiile de la blocurile de 330 MW și 700 MW, în cazul D_i D_e cu influența PJP.

Pentru a ilustra influența ipotezelor simplificatoare asupra rezultatelor calculelor acestea s-au centralizat în tabelul 2

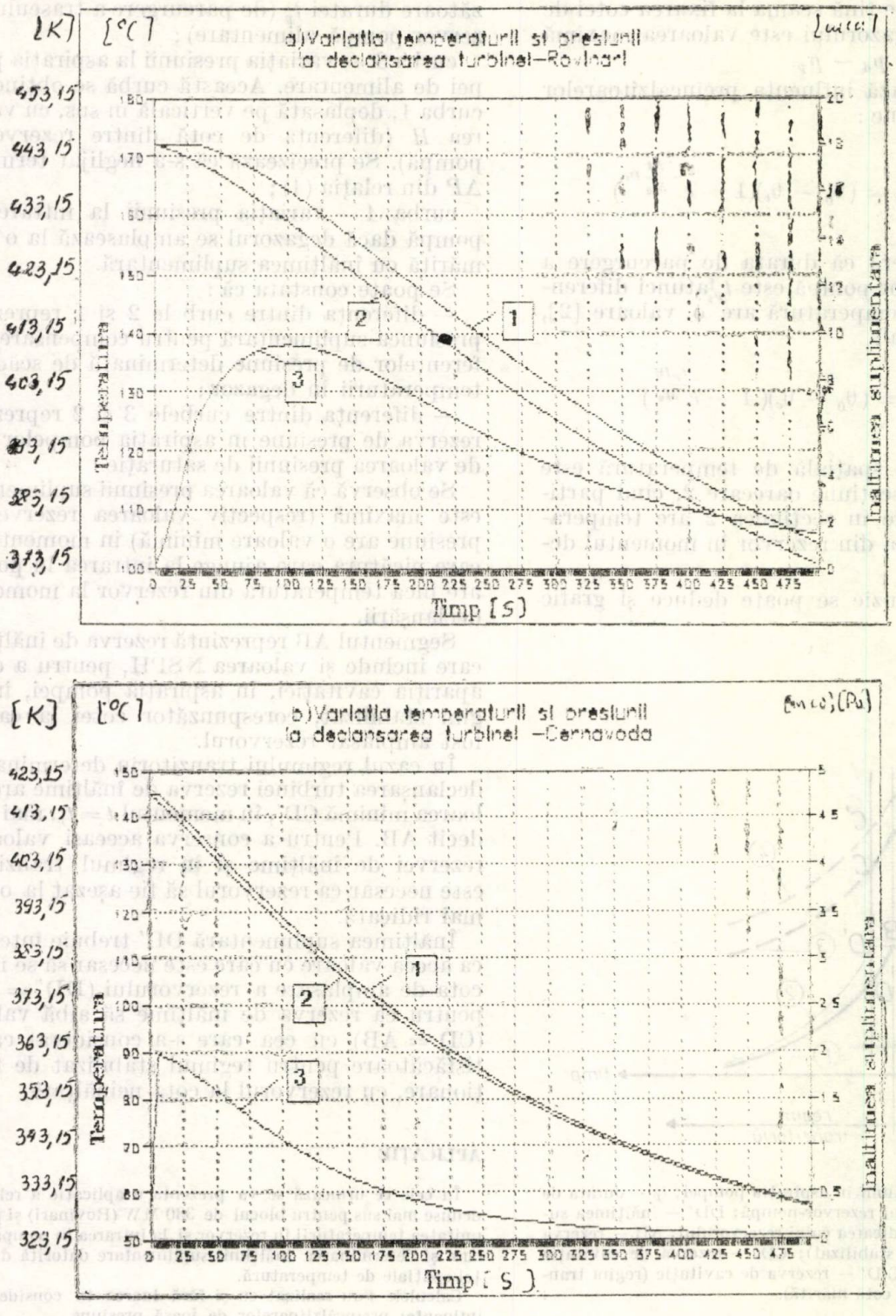


Fig. 3. Variaţia temperaturii şi înălţimii suplimentare; 1 — variaţia temperaturii de saturaţie în rezervor; 2 — variaţia temperaturii de saturaţie în aspiraţia pompei; 3 — înălţimea suplimentară.

Tabelul 2

Unitatea	Ipoteza	Presiunea suplimentară		Momentul atingerii diferenței maxime de presiune [s]
		[m³]	[Pa]	
Rovinari 300 MW	$D_i = D_e$; fara PJP	11,92	116895,27	32,00
	$D_i = D_e$; cu PJP	5,58	54721,11	179,00
	D_i D_e; cu PJP	9,49	93065,11	100,00
Rovinari (Alsthom)	$D_i = D_e$; cu PJP	10,00	98066,5	—
CNE Cernavoda	$D_i = D_e$; fără PJP	4,25	41678,26	6,0
	$D_i = D_e$; cu PJP	1,28	12552,51	15,00
	D_i D_e; cu PJP	1,98	19417,17	7,0
Cernavoda (Ansaldo)	D_i D_e; cu PJP	2,02	19809,43	24,00

Concluzii

Din datele obținute se pot desprinde următoarele concluzii, prevăzute de altfel din calculele teoretice :

- rezultatele obținute în cazul adoptării ipotezei simplificatoare, cînd nu se consideră influența preîncălzitoarelor de joasă presiune sînt acoperitoare ;
- luarea în considerare a influenței căldurii înmagazinate în preîncălzitoarele de joasă presiune se reflectă asupra momentului apariției diferenței maxime a temperaturii spațiale degazor-pompă ,în sensul depărtării acestuia de momentul declanșării.

Această ultimă concluzie este foarte importantă pentru practică, deoarece asigură o rezervă de timp. în care se poate alimenta rezervorul de apă, cu abur, de la generatorul de abur, printr-un circuit separat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dinculescu, C, Dănilă, N., Pimsner, V. *Analiza termodinamică a schemelor centralelor electrice.* Editura Academiei RSR, București, 1967.

[2] Moțoiu, C. *Centrale termo și hidroelectrice.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.

[3] Gage, A. *Criterii pentru condițiile de aspirație a pompelor de alimentare,* In Electricité de France, 1952.

[4] Lescoeur, H. *Aspirația pompelor de alimentare — cavitația în regim tranzitoriu.* In: Revue Générale Termique, no. 68, 1967.

[5] Dănilă, N. și colectiv *Centrale nucleare electrice. Probleme.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.

[6] Dănilă, N., Romașcu, G., Drăgușin, D. *Determinarea variației presiunii în degazor, la declanșarea turbinei la unitatea CANDU 700.* Conferința Națională de Energetică, Neptun 15—18 iunie 1992.

(Primit la 3 martie 1993, acceptat la 1 iunie 1993)

Contribuții la îmbunătățirea sistemului de răcire a hidrogeneratoarelor

Conf. dr. ing. EUGEN CONSTANTIN Gh. ISBĂȘOIU,
as. ing. SANDA CARMEN GEORGESCU*

Pentru hidrogeneratoarele existente, la care apar temperaturi ridicate în timpul funcționării, se propune o soluție de îmbunătățire a sistemului de răcire—ventilație.

Această soluție constă în montarea unor pale pe steaua rotorică a generatorului, care formează un ventilator centrifug. Acest ventilator încorporat mărește debitul de aer vehiculat prin generator, deci permite o evacuare mai bună a căldurii, deci o funcționare cu o temperatură mai scăzută.

We propose an improvement solution of ventilation system of hydraulic — turbines generators with high temperature during running.

This solution means the assembly of radial blades on the resistance frame of hydroelectric generator's runner.

So, these blades realize an centrifugal ventilator capable to increase the air-flow inside of hydroelectric generator, which permit a better cooling.

Descriptori; hidrogeneratoare, sisteme de răcire

În timpul funcționării hidroagregatelor apar pierderi de natură electrică, magnetică și mecanică, care se transformă în căldură, avînd ca efect încălzirea mașinii, uneori chiar peste limitele prescrise de fabrica constructoare. Pentru a se evita aceste situații se impune alegerea unor soluții de îmbunătățire a sistemelor de ventilare—răcire a hidrogeneratoarelor.

În cazul hidrogeneratoarelor verticale lente, cu puteri mijlocii și mari, răcirea indirectă se bazează pe evacuarea pierderilor către agentul de răcire (aerul), care spală suprafețele exterioare ale părților active. Se utilizează o circulație radială a aerului prin mașină circuitul putînd fi deschis, cînd căldura trece de la rotor la stator și la aerul antrenat de părțile în rotație și ajunge în mediul ambiant, sau închis dacă aerul este antrenat cu ajutorul ventilatoarelor integrate și a celorlalte părți rotitoare, iar după răcire acesta reintră în zona stelei rotorice.

Schimbul de căldură se realizează în baterii de răcire a aerului, pierderile fiind preluate de apa de răcire care circulă prin țevile răcitoarelor.

Debitul și presiunea aerului de răcire sînt asigurate în mod normal de canalele radiale de ventilație ale coroanei polare și de polii rotorului. Dacă solicitările electromagnetice sînt mai mari, în cazul hidrogeneratoarelor verticale lente se prevăd ventilatoare radiale pentru intensificarea ventilației, iar răcitoarele trebuie să asigure evacuarea întregii cantități de căldură.

În cazul în care schema de ventilație este aleasă incorect hidrogeneratoarele se supraîncălzesc și nu pot fi încărcate la regimul nominal de funcționare, situație întîlnită frecvent, mai ales în perioada de vară.

Centrala hidroelectrică Turnu de pe râul Olt este echipată cu două hidroagregate Kaplan cu puterea $P = 35$ MW fiecare, cu turația $n = 150$ rot/min și au arbore vertical. Schema de ventilație a acestor generatoare este radială, în circuit deschis.

Cele opt grinzi radiale, care formează steaua rotorului hidrogeneratorului, pot fi echivalate cu un ventilator cu pale drepte. Acesta aspiră aerul prin trapele din sala mașinilor. Aerul străbate canalele radiale dintre pachetele de tole ale coroanei polare și este refulat în continuare prin canalele radiale ale pachetului de tole statorice, către răcitoarele de aer. Cele opt baterii

* Universitatea Politehnică București, Catedra Hidraulică și Mașini Hidraulice

de răcire, de tip BRA 1200 ×840/6 sînt dispuse în mod simetric pe circumferința hidrogeneratorului. În cazul funcționării cu puterea nominală s-a constatat o supraîncălzire excesivă, în special în perioada de vară, ceea ce a condus la limitarea puterii hidroagregatelor.

Deoarece înlocuirea izolației existente a hidrogeneratoarelor cu una de clasă superioară, este costisitoare, o soluție eficientă pentru reducerea temperaturii de funcționare este mărirea debitului de aer de răcire vehiculat și răcirea corespunzătoare a acestuia în răcitoare.

Astfel, s-a proiectat și s-a realizat un ventilator centrifug integrat în rotorul hidrogeneratorului (figura 1), care are palele fixate pe plăcile de consolidare ale stelei rotorice. S-a admis un debit de aer $Q = 30$ m^3/s, suficient pentru evacuarea pierderilor din mașină. Sarcina ventilatorului s-a considerat $H = 52$ m($\Delta p_t = 630$ P_a $\equiv 64$ m H_2O) reprezentând pierderile de sarcină hidraulică la trecerea acestui debit prin canalele dintre pachetele de tole rotorice și statorice și prin răcitoare.

Palele ventilatorului sînt cuprinse între diametrul exterior $D_e = 5{,}4$ m și cel interior $D_i = 4{,}52$ m, sînt în formă de arc de cerc, cu raza de curbură $R = 0{,}5$ m și au lungimea scheletului $l = 0{,}62$ m. Palele rotorice au înălțimea $b = 0{,}82$ m și sînt confecționate din tolă de grosime 4 mm. Masa totală a celor 16 pale montate pe steaua generatorului este 330 kg, valoare neînsemnată pe lîngă masa rotorului generatorului. Condiția ca apala rotorică să fie radială la ieșire ($\beta_2 = 90°$), impusă la proiectare,

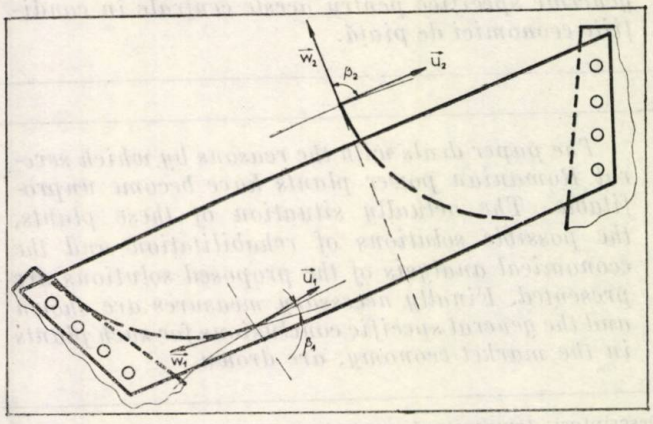


Fig. 2.

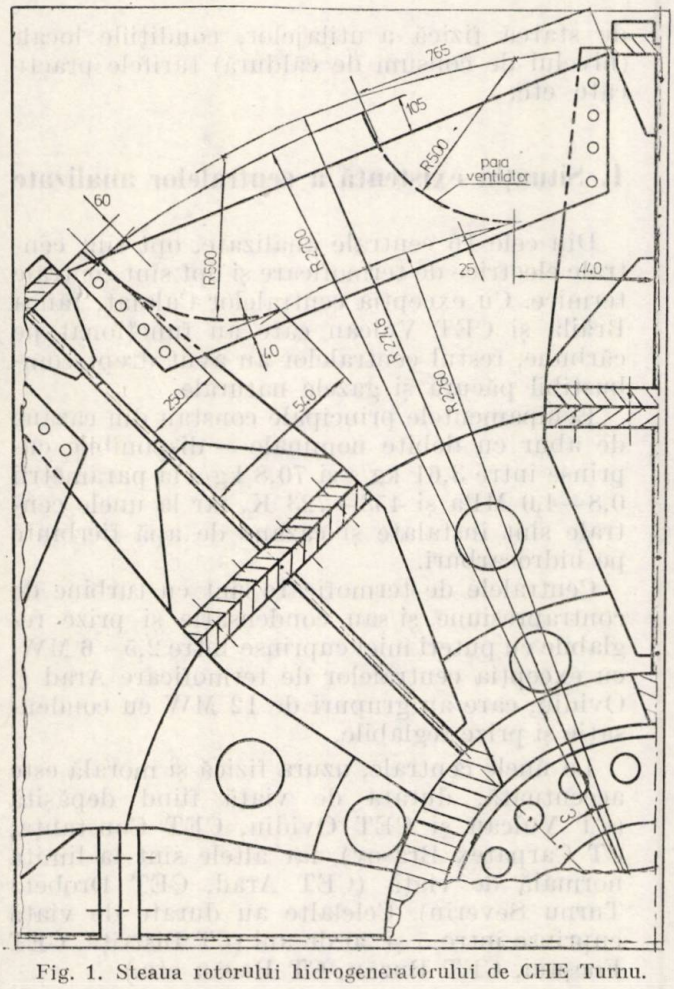


Fig. 1. Steaua rotorului hidrogeneratorului de CHE Turnu.

corespunde unei viteze relative $\vec{w}_2$ a aerului în zona de ieșire din rotor, cu direcție radială, astfel încît să fie dirijată în lungul canalelor dintre pachetele de tole rotorice (figura 2).

O altă posibilitate de creștere a eficienței sistemului de răcire a hidrogeneratorului o constituie mărirea secțiunilor conductelor de apă de răcire, secțiunile existente fiind mici, iaf vitezele apei în aceste conducte atingînd valori mari ($v = 3 \ldots 4{,}5$ m/s), ceea ce conduce la obținerea unor debite scăzute.

Soluțiile propuse vor fi aplicate la un grup de la CHE Turnu, iar comportarea va fi analizată în comparațiile cu celălalt grup.

Aceste măsuri pot asigura o funcționare mai bună, cu temperaturi mai reduse, a hidrogeneratoarelor existente, dar problema încălzirii datorită evacuării în interiorul centralei a unor cantități mari de căldură nu poate fi soluționată. În consecință la proiectarea și realizarea unor hidrogeneratoare noi, este util să se țină seama de acest fenomen și să se reducă pierderile atît în fier, cît și în cupru, printr-o dimensionare corespunzătoare a circuitelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Răduleț, R. Opaschi, M. *Proiectarea hidrogeneratoarelor și a motoarelor sincrone*, vol. I. Editura Tehnică, București, 1980.

[2] Duță, Gh. s.a., *Instalații de ventilare și climatizare — Îndrumar de proiectare*, vol. I, II. Editura Institutului de construcții din București, 1984.

(Primit la redacție la 22 martie 1993, acceptat la 21 iulie 1993)

Condiţiile tehnice şi economice de rentabilizare a unor centrale termice şi de termoficare, mici, din cadrul RENEL

Ing. LAURENŢIU GHIOCA, ing. LIVIA PANAIT, ing. SILVIA PRESSEL, ing. GABRIELA PRUTU*

Articolul arată cauzele care au făcut ca mai multe centrale să devină nerentabile. Se arată situaţia existentă, soluţiile posibile de reabilitare, analiza economică a soluţiilor propuse. In final se arată măsurile necesare şi se trag concluziile generale specifice pentru aceste centrale în condiţiile economiei de piaţă.

The paper deals with the reasons by which several Romanian power plants have become unprofitable. The actually situation of these plants, the possible solutions of rehabilitation and the economical analysis of the proposed solutions are presented. Finally necessary measures are shown and the general specific conclusions for such plants in the market economy, are drown.

Descriptori; temperatură, centrale termice, centrale de termoficare

În anii 1981—1986, printr-o hotărîre administrativă, o seria de centrale termice şi de termoficare mici aparţinînd unor industrii care aveau şi caracter de centrale zonale, au fost trecute în cadrul fostului Minister al Energiei Electrice, actualul RENEL.

După 1989, ca urmare a tranziţiei spre economia de piaţă o parte din aceste centrale au devenit nerentabile din următoarele cauze :

— declinul producţiei industriale cu reducerea, în unele cazuri pronunţată, a consumurilor de căldură solicitate centralelor ;
— creşterea costurilor de producţie datorată în special creşterii preţurilor combustibililor şi transportului acestora ;
— deprecierea monedei naţionale în raport cu dolarul (în ultimii trei ani cursul de schimb valutar crescînd de 25 ori) ;
— necorelarea tarifelor pentru energia electrică şi termică cu nivelul de pe piaţa internaţională aplicîndu-se tarife forţate reduse, în vederea reducerii costurilor sociale.

În aceste condiţii, o serie de centrale cum ar fi : ρ : CET Arad pe hidrocarburi, CT Calafat pe cărbune, CET Buzău, CET Focşani, CET Botoşani, CT Ianca Brăila, CET Ovidiu, CT Bistriţa Năsăud, CT Tîrgovişte, CT Constanţa, CT Carpatex Braşov, CT Floreşti, CET Timişoara — FZ, CET Drobeta Tr. Severin şi CET Vulcan au fost analizate în actualele condiţii ale economiei de piaţă. Rezultatele analizelor au fost diferite de la un caz la altul, în funcţie de starea fizică a utilajelor, condiţiile locale (nivelul de consum de căldură) tarifele practicate etc.

1. Situaţia existentă a centralelor analizate

Din cele 16 centrale analizate, opt sînt centrale electrice de termoficare şi opt sînt centrale termice. Cu excepţia centralelor Calafat, Ianca Brăila şi CET Vulcan care au funcţionat pe cărbune, restul centralelor au avut drept combustibil păcura şi gazele naturale.

Echipamentele principale constau din cazane de abur cu debite nominale — disponibile cuprinse între 3,61 kg/s şi 70,8 kg/s la parametrii 0,8—4,0 MPa şi 453—723 K, iar la unele centrale sînt instalate şi cazane de apă fierbinte pe hidrocarburi.

Centralele de termoficare sînt cu turbine de contrapresiune şi/sau condensaţie şi prize reglabile cu puteri mici cuprinse între 2,5—6 MW, cu excepţia centralelor de termoficare Arad şi Ovidiu, care au grupuri de 12 MW cu condensaţie şi prize reglabile.

La unele centrale, uzura fizică şi morală este accentuată, durata de viaţă fiind depăşită (CT Vulcan şi CET Ovidiu, CET Constanţa, CT Carpatex Braşov), iar altele sînt la limita normală de viaţă (CET Arad, CET Drobeta Turnu Severin). Celelalte au durate de viaţă cuprinse între 5 şi 20 de ani (CT Bistriţa, CET Focşani, CET Buzău, CT Bacău etc.)

* Institutul de Studii şi Proiectări Energetice, Bucureşti

Prețurile de cost — de producere — realizate în anul 1992 au valori cuprinse între 5976 și 18000 lei/MWh, pentru energia electrică, și între 392,8 și 2061,2 lei/GJ, pentru căldură, valorile minime corespunzînd centralelor pe gaze, iar cele maxime centralelor pe cărbune.

Cu unele excepții, echipamentele prezintă o stare acceptabilă de funcționare, deși sînt unele centrale la care cazanele de abur au randamente și fiabilitate scăzute (de exemplu la CET Focșani — cazanul CR 5/30 de 13,9 kg/s, CET Ovidiu — cazanele de 20,8 kg/s, CT Vulcan cazanele de 11,1 kg/s etc), lucrările de reabilitare și menținere în stare bună de funcționare fiind necesare în principal la gospodăriile auxiliare (gospodăria de combustibil, epurare chimică, AMC și instalațiile electrice).

La unele centrale, sînt necesare și consolidări ale clădirilor principale (CT Vulcan). În ceea ce privește funcționarea acestor centrale, în tabelul 1 se prezintă datele de producție realizate în anul 1991 în CET-uri, iar în tabelul 2 cele din CT.

Tabelul 1

Date de producție realizate în anul 1991 la CET

Specificație	CET Arad	CET Buzău	CET Focșani	CET Botoșani	CET Ovidiu	CET Timișoara Fabrica de Zahăr	CET Drobeta Tr. Severin	CT Vulcan
1. Energia electrică produsă [GWh/an]	82,5	16,6	24,3	*	2,7**	—	—	—
2. Căldura livrată [PJ/an]	4,02	2,8	2,19	2,07	0,21	0,8	0,54	0,345
3. Consum propriu tehnologic pentru:								
• energie electrică [%]	6,6	6,32	7	—	29,62	—	—	—
• căldură [kWh/GJ[[GJ/GJ]	3,92 (0,0141)	3,39 (0,0122)	6,38 (0,0229)	6,76 (0,0243)	32,27 (0,1162)	32,48 (0,1169)	13,92 (0,0501)	10,65 (0,0384)
4. Consum specific de combustibil pentru:								
• producere energie electrică [grcc/kWh] [grcc/GJ]	276,6 (76833,6)	157,2 (43666,7)	159,9 (44416,7)	— —	1124,72 (309020)	• —	• —	— —
• căldura livrată [kgcc/GJ]	40,29	39,22	39,03	42,7	95,13	39,98	46,53	54,93
5. Tipul combustibilului	gaze + păcură	gaze + păcură	gaze + păcură	gaze + păcură	cărbune + păcură	gaze + păcură	cărbune + păcură	gaze + naturale
6. Prețul de cost pentru:								
•energie electrică [lei/kWh]	8143	5789	2021	—	7100	—	—	—
•căldură [lei/GJ]	192,3	130,6	216,63	306,92	828,3	262,5	340,83	201

* Grupul nu a funcționat în 1991
** Grupul a funcționat numai în trim I. 1991

Tabelul 2

Date de producție realizate în anul 1991 la CT

Specificație	CT Ianca Brăila	CT Calafat	CT Constanța	CT Bistrița	CT Florești	CT Bacău	CT Brașov	CT Tîrgoviște Sud
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Energie electrică produsă [GWh/an]	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Căldura livrată [PJ]	0,498	1,185	0,204	3,193	1,01	0,86	0,267	1,21
3. Consum propriu tehnologic pentru:								
•energie electrică [%]	—	—	—	—	—	—	—	—
•căldură [kWh/GJ] [GJ/GJ]	7,21 (0,0259)	7,93 (0,0259)	2,05 (0,0074)	6,76 (0,0243)	2,03 (0,0074)	5,59 (0,0201)	2,68 (0,0096)	6 (0,0216)

Tabelul 2 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4. Consum specific de combustibil pentru:								
• producerea energiei electrice [grcc/kWh]	—	—	—	—	—	—	—	—
[grcc/GJ]								
• căldura livrată [kgcc/GJ]	40,25	43,95	39,89	39,05	37,8	38,26	43,57	39,38
5. Tipul combustibilului utilizat	cărbune + gaze naturale	cărbune păcură	păcură	păcură + gaze	gaze	păcură + gaze	păcură + gaze	gaze
6. Prețul de cost al								
• energiei electrice [lei/MWh]	—	—	—	—	—	—	—	—
• căldură [lei/GJ]	319,93	431,95	235,43	230,25	393,14	231,14	236,94	192,4

2. Soluții posibile de reabilitare a centralelor

În vederea rentabilizării centralelor analizate s-au efectuat investigații prin vizitarea echipamentelor principale și a gospodăriilor auxiliare ale centralelor, discuții cu personalul de exploatare pentru stabilirea unei diagnoze privind starea agregatelor și a centralei în ansamblu.

La unele centrale au rezultat ca necesare o serie de lucrări de îmbunătățire și reabilitare sau chiar înlocuirea echipamentelor vechi cu altele noi. Pentru anumite centrale s-au examinat și soluții moderne de reabilitare bazate pe ciclul mixt abur-gaze, în funcție de nivelul consumului de căldură, a posibilităților de procurare a echipamentelor principale și a combustibilului necesar — gaze naturale.

În unele cazuri s-au analizat lucrările minime care sînt necesare pentru îmbunătățirea centralei, cum a fost cazul CT Bacău.

La toate centralele lucrările de investiții au fost calculate cu prețurile actuale, rezultînd, în funcție de soluțiile analizate, valori cuprinse între 66,0 $\times 10^6$ lei (Bacău) și 12 000 $\times 10^6$ lei (Bistrița — varianta cu ITG).

Pentru soluțiile avute în vedere, în funcție de profilul centralei, s-au calculat și determinat elementele tehnice specifice necesare : căldura și energia electrică produsă și livrată, consumul anual de combustibil, puterea electrică medie anuală produsă, consumul specific de combustibil pentru căldură și energie electrică, consumul propriu tehnologic, modul de acoperire al curbei de sarcină termică.

Elementele economice calculate în soluțiile examinate au ținut seama de HG 412/1992, respectiv de prețurile combustibililor și costul transportului acestora, de influențele scumpirii energiei electrice și a căldurii asupra investițiilor în echipamente și în construcții-montaj, precum și de rata actuală de schimb valutar.

Pentru determinarea eficienței economice a soluțiilor analizate — propuse — s-au calculat prețurile de cost pentru căldură și energie electrică.

3. Analiza economică și financiară a soluțiilor

În cadrul fiecărei centrale, analizele economice și financiare s-au efectuat pentru fiecare soluție tehnică examinată.

Criteriile de eficiență aplicate au fost următoarele :

Criteriul cheltuielilor totale actualizate (CTA)

după relația generală (prelucrată) :

$$\text{CTA} = \sum_{n=1}^{n=n} \frac{I_{ef} + I_{echiv} + C_{ef} + C_{echiv}}{(1+p)^{n-1}},$$

în care :

I_{ef} reprezintă investițiile efective aferente fiecărei soluții ;

I_{echiv} — investițiile de echivalare necesare în liniile și stațiile SEN ;

C_{ef} și C_{echiv} — cheltuielile efective și respectiv de echivalare aferente energiei electrice din import, în lei/an ;

$(1+p)^{n-1}$ — coeficienții de actualizare pentru diversele rate de actualizare considerate, cuprinse între 8 și 30% ;

n — numărul de ani considerați ca durată de viață a centralei.

• **Criteriul prețului de cost al energiei electrice și al căldurii** stabilit, în cazul CET, pe baza defalcării cheltuielilor după cheia de calcul al consumului de combustibil, aferente celor două forme de energie produse (metoda fizică).

• **Criteriul cost — beneficiu,,** după relația :

$$V_{NA} = (V_{BA} - I_A) > 0,$$

în care :

V_{NA} este venitul net actualizat, în lei ;

I_A — investițiile efective actualizate, în lei ;

V_{BA} — venitul brut actualizat, în lei.

Venitul brut se calculează ca diferență între încasările centralei și cheltuielile efective, minus cheltuielile pentru amortizarea investițiilor noi.

— tarife rezultate din prețul pieții mondiale de 48$/MWh la energia electrică, considerat la un schimb valutar de 400 lei/$ și respectiv 600 lei/$, și un tarif de 1433 lei/GJ, la căldură.

Ratele de actualizare au fost considerate între 8% și 30%, curbele de variație rezultate determinînd rata internă de rentabilitate și dobînda maximă acceptabilă în cazul preluării de credite pentru realizarea soluției de reabilitare.

Din analiza rezultatelor efectuate au rezultat concluzii specifice fiecărei centrale, pornind de la imposibilitatea rentabilizării unora (CET Botoșani, CT Constanța, CT Vulcan) pînă la necesitatea realizării unor lucrări de reabilitare în vederea rentabilizării centralelor respective (CET Focșani, Bacău, Bistrița etc.).

În tabelul 3 se prezintă unele rezultate ale calculelor economice, iar în anexele 3, 4, 5 și

Tabelul 3

Rezultatele economice ale analizelor efectuate

Centrala	Cheltuieli totale actualizate [mil. lei]	Venitul net actualizat [mil. lei]	Prețul de cost al energiei electrice		Prețul de cost al căldurii [lei/GJ]	Termenul de recuperare a investițiilor [ani]
			[lei/MWh	[lei/GJ]		
1. CET Arad	...	...	18000	5000,4	1052,6	8,3 ani
2. CET Buzău	...	17000—32100	6467	1791,3	968,5	...
3. CET Focșani	87737	2112	18000	5000,4	1263,7	...
4. CET Ovidiu	—	—	—	—	1742,1	—
5. CET Botoșani	6049,0	1873—40,7	—	—	1366,9	....
6. CET Timișoara Zahar	7294,0	1719,6	14285	3971,1	1066,7	...
7. CET Drobeta Turnu Severin (CPL)	...	...	5174	1438,4	1468,9	...
8. CET Vulcan (CT)	...	...	—	—	1163,7	...
9. CT Ianca Brăila	—	...	—	—	1931,6	...
10. CT Calafat	...	...	—	—	1628,5	...
11. CT Constanța	1484,5	504,0	—	—	1657,6	...
12. CT Bistrița	51999,0	8814,0	18000	5000,4	387,7	...
13. CT Florești	2446,2	—	—	—	792,9	...
14. CT Bacău	...	...	—	—	+1366,7	...
15. CT Brașov (CARPATEX)	2306,4	...	—	—	1154,6	...
16. CT Tîrgoviște	10579	13,0—32,6	—	—	1154,6	...

NOTA: În locurile unde apar ,,···'' fie că nu a fost nevoie să se calculeze, fie că rezultatele calculatoarelor au fost negative

• **Criteriul termenului de recuperare a investițiilor** calculat ca raport între investițiile efective și venitul brut realizat de centrală.

Pentru calculul încasărilor realizate de fiecare centrală s-au considerat două ipoteze privind tariful energiei electrice și căldurii :

— tarife rezultate din HG 412/1992, respectiv 18000 lei/MWh și 10748 lei/GJ ;

6 se prezintă, spre exemplificare, variația VNA funcție de rata de actualizare și RIR pentru două cazuri analizate (CET F.Z. Timișoara și CET Focșani).

Concluzii

Analizele tehnico-economice efectuate pe un lot de 16 centrale din cadrul RENEL, din

care 8 centrale termice și 8 centrale de termoficare, au scos în evidență următoarele :

— în general, echipamentele și instalațiile auxiliare din centralele analizate sînt încă în stare bună de funcționare cu unele excepții (Ovidiu, Vulcan, Constanța), iar performanțele obținute (consum specific, consum propriu tehnologic, parametrii aburului) sînt în limite acceptabile, astfel încît prin lucrări minime de reabilitare, acestea se pot îmbunătăți ;

— scăderea cererii de energie termică sub valorile luate în considerare în ipotezele de calcul influențează defavorabil rezultatele economice și financiare ale centralelor analizate ;

— majoritatea centralelor analizate pot deveni rentabile în situația în care tariful la energie termică este corelat cu prețul pieței mondiale Astfe, în condițiile actualelor tarife de vînzare conform HG 412/1992, de 1074,8 lei/GJ, toate centralele analizate sînt nerentabile.

Toate centralele care au făcut obiectul analizei sînt rentabile pentru valori ale ratei de actualizare cuprinse între 8—14%, devenind nerentabile pentru o rată de actualizare mai mare de 16%. De asemenea ele devin rentabile în condițiile aplicării unor tarife la energia termică, stabilite diferențiat în funcție de prețul de cost posibil a fi realizat și cu un beneficiu minim de 6%.

Din analiza efectuată se poate sublinia necesitatea stabilirii unei rate de actualizare acceptabile în ramura energiei electrice (8—12%), care să țină seama de nivelul mare al investițiilor în acestă ramură cît și de durata mare de execuție a acestora.

ANEXA 1a

Indicatori tehnici şi economici pentru centralele termice şi de termoficare mici din RENEL

[unităţi SI]

		CT BACĂU	CET FOCŞANI	CET TIMIŞOARA	CET CPL DROBETA TR. SEVERIN	CT 2 CARPATEX BRAŞOV	CT CONSTANŢA
Profilul centralei	1 PIF	1 CAF 58 MW 1977	3 × 5,56 kg/s 1969	3 × 4,17 kg/s 1942	2 × 13,89 kg/s 1965—1967	2 × 2,78 kg/s 1928	2 × 4,45 kg/s 1932
	2 PIF	1 CAF 116 kg/s 1979	2 × 13,89 kg/s 1984—1986	2 × 29,17 kg/s 1980—1982	AKSR—6 1970	1 × 6,11 kg/s 1938	
	3 PIF		3 CAF 29 MW 1972	1 × 8,33 kg/s 1980—1982			
	4 PIF		1 CAF 58 MW 1973	1 CAF 11,6 MW 1980—1982			
	5 PIF		2 CAF 116 MW 1984—1986	2 × 1,8 MW 1942			
	6		2 × 4 MW				
Combustibil	1	gaze naturale	păcură +	gaze naturale	păcură +	gaze +	păcură
	2	păcură	gaze naturale	gaze/păcură	cărbune	păcură (la vîrf)	
	3			gaze/păcură	*		
	4			gaze/păcură			
Preţ de cost pentru căldură [lei/GJ]		1438	965	1190	1528	1013	1700
energie [lei/GJ]		—	5000	—	—	—	—
Preţ de cost pentru soluţia propusă pentru: căldură lei/GJ]		1265	782	1066	1436	938	1340
—energie [lei/GJ]		—	5000	3968	—	—	—
RIR [%]		—	23	44,73	—	18,87	6,99
Termen de recuperare [ani]		—	4,31	—	6,8	—	12,4

* iniţial s-a funcţionat cu combustibil de bază cărbune din bazinul Mehedinţi cu adaos păcură, apoi datorită funcţionării numai a cite unei mori (cărbune abraziv) → combustibil de bază păcură cu adaos cărbune

ANEXA 1b

Indicatori tehnici şi economici pentru centralele termice şi de termoficare mici din cadrul RENEL

[în unităţi tolerate SI]

		CT BACĂU	CET FOCŞANI	CET TIMIŞOARA	CET CPL DROBETA TR. SEVERIN	CT 2 CARPATEX BRAŞOV	CT CONSTANŢA
Profilul centralei	1 PIF	1 CAF 50 Gcal/h 1977	3 × 20 t/h 1969	3 × 15 t/h 1942	2 × 50 t/h 1965—1967	2 × 10 t/h 1928	2 × 16 t/h 1932
	2 PIF	1 CAF 100 Gcal/h 1979	2 × 50 t/h 1984—1986	2 × 105 t/h 1980—1982	AKSR—6 1970	1 × 22 t/h 1938	
	3 PIF		3 CAF 25 1972	1 × 30 t/h 1980—1982			
	4 PIF		1 CAF 50 Gcal/h 1973	1 CAF 10 Gcal/h 1980—1982			
	5 PIF		2 CAF 100 Gcal/h 1984—1986	2 × 1,8 MW 1942			
	6		2 × 4 MW				
Combustibil	1 2 3 4	gaze naturale păcură	păcura + gaze naturale	gaze naturale gaze/păcură gaze/păcură gaze/păcură	păcură+cărbune *	gaze + păcură (la vîrf)	păcură
Preţ cost pentru: căldură [lei/Gcal] energie [lei/MW]		6021 —	4038 18000	4980 —	6395 —	4243 —	7118 —
Preţ de cost pentru soluţia propusă pentru: căldură [lei/Gcal] energie electrică [lei/MWh]		5295 —	3273 18000	4466 14285	6014 —	3925 —	5614 —
RIR [%]		—	23	44,73	—	18,87	6,99
Termen de recuperare [ani]		—	4,31	—	6,8	—	12,4

* iniţial s-a funcţionat cu combustibil de bază cărbune din bazinul Mehedinţi cu adaos păcură, apoi datorită funcţionării numai a cîte unei mori (cărbune abraziv) = 7 combustibil de bază păcură cu adaos cărbune

ANEXA 2a

Indicatori tehnici şi economici pentru centralele termice şi de termoficare mici din cadrul RENEL

[unităţi SI]

	Arad	Bistriţa	Buzău	Botoşani	Ianca Brăila	Floreşti	Tîrgovişte	Ovidiu	Calafat	Vulcan
An PIF	1,25 kg/s 1966	3×2,78 kg/s**	4×13,89 kg/s	2×5,56 kg/s 1967	5×8,33 kg/s 1983—1987	2×5 kg/s 1951	3×1,8 kg/s 1973	3×20,8 kg/s*** 1952—1953	5×27,78kg/s 1982—86	2×11,11 kg/s 1941—42
	1×20,8 kg/s 1964	2×1,25 kg/s	2×6 MJ/s	1×2,5 MW 1967	2×1,11 kg/s 1983	1×8,33 kg/s 1954	2×29MW 1973	3×12 MW 1951—1953	1×58 MW 1989	1×6,94 kg/s 1954
	1×12 MW 1964	1×11,6MW**	1×8,33 kg/s	2×5,56 kg/s 1975			4×2,78 kg/s 1977			
	2×4,16kg/s* 1938	2×29 MW	2×58 MW	1×2,78 kg/s 1967			2×8,33 kg/s 1977			
	1×6,94kg/s* 1954	3×29,1 kg/s 1980—1984	2×116,3 MW	2×29 MW			1×58 MW 1977			
	6×116,3 MW 1963—1980	2×116,3 MW		2×29,1 kg/s 1981—1982						
				3×116,3 MW 1979—1985						
Combustibil	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale lignit	gaze naturale	gaze naturale	lignit (păcură)	lignit (păcură)	gaze
Preţ cost (1992) energie electrică [lei/GJ] căldură [lei/GJ]	5000 1066	— 1228	1660 960	— 1974	— 1391	— 392	— 542	— 2062	— 1978	— 1123
Preţ cost în soluţia propusă energie electrică căldură	— 1053	— 1104	1806 987	— 1380	— 1932	— 920	— 978	— 1600	— 1610	— 1192
RIR [%]	—	46	41	39	—	31	41	—	—	—
TR	8 ani 3 luni									

* nu au funcţionat fiind propuse pentru casare
** în curs de demolare
*** funcţionează cu un singur cazan
( )-adaos

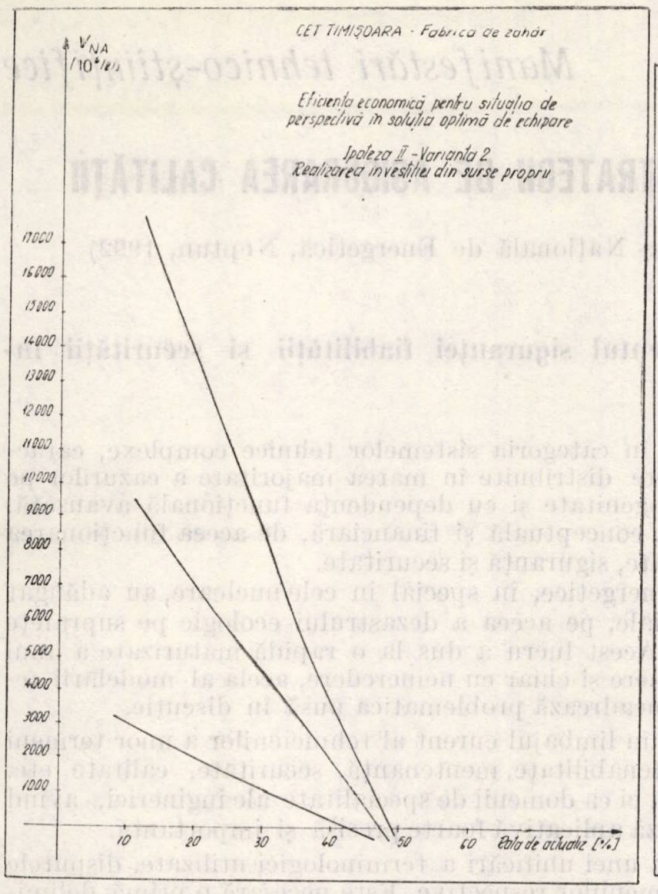
ANEXA 2b

Indicatori tehnici şi economici pentru centralele termice şi de termoficare mici din cadrul RENEL

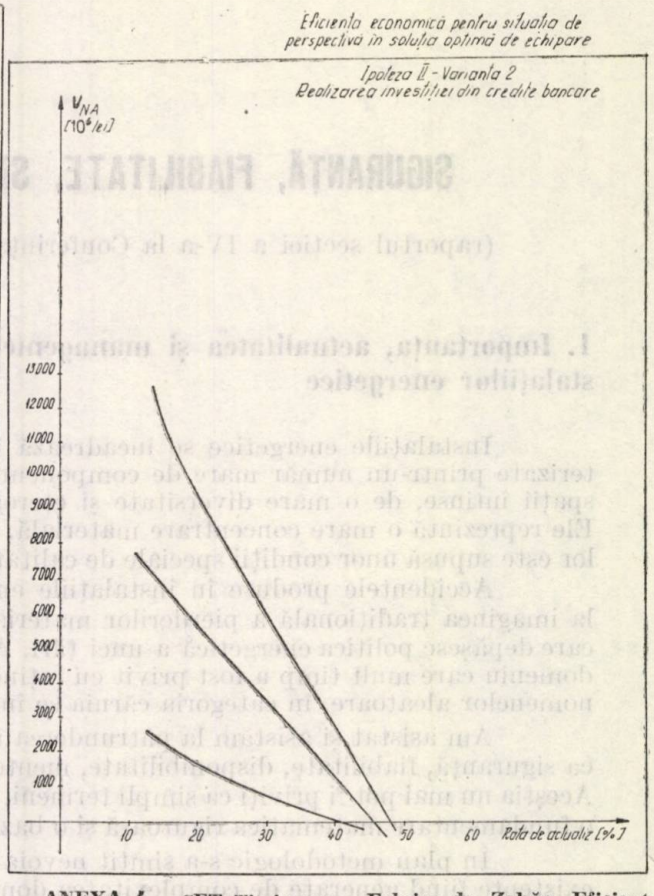
[unităţi SI]

	Arad	Bistriţa	Buzău	Botoşani	Ianca Brăila	Floreşti	Tîrgovişte	Ovidiu	Calafat	Vulcan
Profil An PIF	1×90 t/h 1966	3×10 t/h**	4×50 t/h	2×20 t/h 1967	5×30 t/h 1987 1983	2×18 t/h 1951	3×6,5 t/h 1973	3×75 t/h*** 1952—1953	5×100 t/h 1982—1986	2×40 t/h 1941—1942
	1×75 t/h 1964	2×4,5t/h*	2×6 MW	1×2,5 MW 1967	2×4 t/h 1983	1×30 t/h 1954	2×25 Gcal/h 1973	3×12 MW 1952—1953	1×50Gcal/h 1989	1×25 t/h 1954
	1×12 MW 1964	1×10Gcal/h**	1×30 t/h	2×20 t/h 1975			4×10 t/h 1977			
	2×15 t/h* 1938	2×25Gcal/h**	2×50Gcal/h	1×10 t/h 1967			2×30 t/h 1977			
	1×25 t/h* 1954	3×105 t/h 1980—1984	2×100Gcal/h	2×25Gcal/g			1×50Gcal/h 1977			
	6×100 Gcal/h 1963—1980	2×100Gcal/h		2×105 t/h 1981—1982						
				3×100Gcal/h 1979—1985						
Combustibil	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale păcură	gaze naturale lignit	gaze naturale	gaze naturale	lihnit (păcură)	lignit (păcură)	gaze
Preţ cost (1992) energie electrică [lei/MW] căldura [lei/Gcal]	18000 4465	— 5139	5976 4021	— 7007	— 5824	— 1642	— 2267	— 8630	— 8278	— 4702
Preţ cost în soluţia propusă energie electrică căldură	— 4407	— 4623	6502 4130	— 5779	 8087	 3848	 4096	— 6698	 6741	 4991
RIR (%)	—	46	41	39	—	31	41	—	—	—
TR	8 ani şi 3 luni									

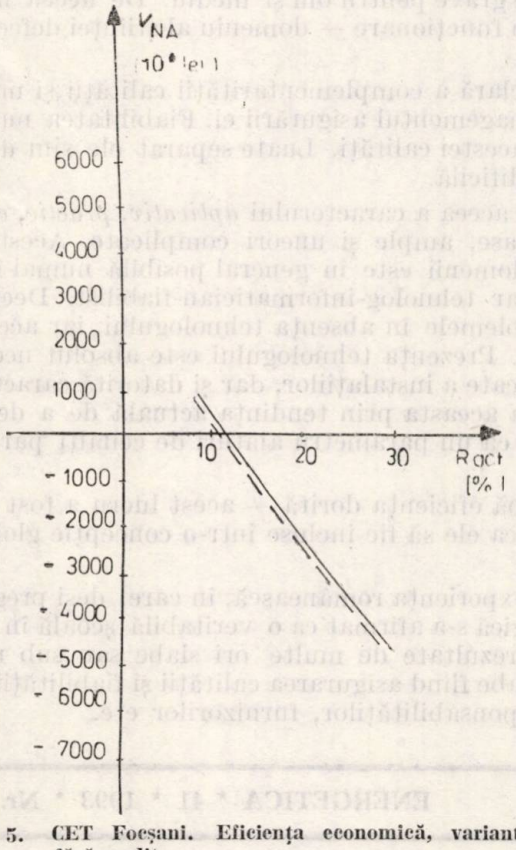
* nu au funcţionat fiind propuse pentru casare
** în curs de demolare
*** funcţionează un singur cazan
( ) = adaos



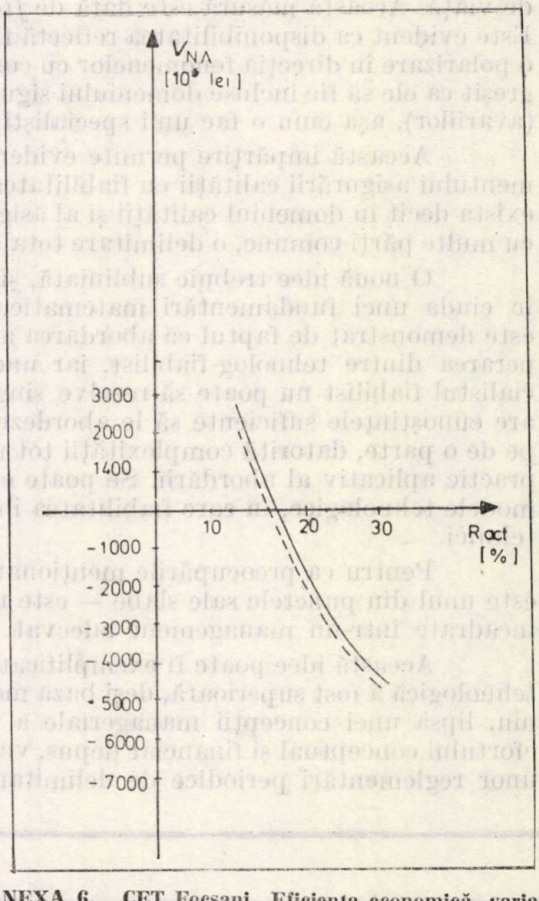
ANEXA 3. **CET Timişoara — Fabrica de Zahăr. Eficienţa economică pentru situaţia de perspectivă în soluţia optimă de echipare. Ipoteza II, varianta 2: Realizarea investiţiei din surse proprii.**



ANEXA 4. **CET Timişoara — Fabrica de Zahăr. Eficienţa economică pentru situaţia de perspectivă în soluţia optimă de echipare. Ipoteza II, varianta 2: Realizarea investiţiei din credite bancare**



ANEXA 5. **CET Focşani. Eficienţa economică, varianta fără credit.**



ANEXA 6. **CET Focşani. Eficienţa economică, varianta cu credit.**

SIGURANȚĂ, FIABILITATE, STRATEGII DE ASIGURAREA CALITĂȚII

(raportul secției a IV-a la Conferința Națională de Energetică, Neptun, 1992)

1. Importanța, actualitatea și managementul siguranței fiabilității și securității instalațiilor energetice

Instalațiile energetice se încadrează în categoria sistemelor tehnice complexe, caracterizate printr-un număr mare de componente distribuite în marea majoritate a cazurilor pe spații întinse, de o mare diversitate și eterogenitate și cu dependența funcțională avansată. Ele reprezintă o mare concentrare materială, conceptuală și financiară, de aceea funcționarea lor este supusă unor condiții speciale de calitate, siguranță și securitate.

Accidentele produse în instalațiile energetice, în special în cele nucleare, au adăugat la imaginea tradițională a pierderilor materiale, pe aceea a dezastrului ecologic pe suprafețe care depășesc politica energetică a unei țări. Acest lucru a dus la o rapidă maturizare a unui domeniu care mult timp a fost privit cu reținere și chiar cu neîncredere, acela al modelării fenomenelor aleatoare, în categoria căruia se încadrează problematica pusă în discuție.

Am asistat și asistăm la pătrunderea în limbajul curent al tehnicienilor a unor termeni ca siguranță, fiabilitate, disponibilitate, mentenabilitate, mentenanță, securitate, calitate etc. Aceștia nu mai pot fi priviți ca simpli termeni, ci ca domenii de specialitate ale ingineriei, având o fundamentare matematica riguroasă și o bază aplicativă foarte precisă și importantă.

În plan metodologic s-a simțit nevoia unei unificări a terminologiei utilizate, disputele existente fiind generate de complexitatea domeniilor respective. Este necesară o primă delimitare între calitate și fiabilitate. Calitatea este măsura în care un produs poate răspunde exigențelor pentru care a fost conceput să răspundă. Deci ea concentrează ceea ce s-a înglobat în produs. Calitatea implică în același timp și aptitudinea sa de a se conserva, a se menține pe durata sa de viață. Această măsură este dată de *fiabilitate*, care apare ca o extensie a calității în timp. Este evident ca disponibilitatea reflectă fiabilitatea instalațiilor reparabile și că securitatea este o polarizare în direcția fenomenelor cu consecințe grave pentru om și mediu. De aceea nu este greșit ca ele să fie incluse domeniului siguranța în funcționare — domeniu al științei defectărilor (avariilor), așa cum o fac unii specialiști.

Această împărțire permite evidențierea clară a complementarității calității și managementului asigurării calității cu fiabilitatea și managementul asigurării ei. Fiabilitatea nu poate exista decît în domeniul calității și al asigurării acestei calități. Luate separat ele sînt domenii cu multe părți comune, o delimitare totală fiind dificilă.

O nouă idee trebuie subliniată, și anume aceea a caracterului *aplicativ*, *practic*, *concret*, în ciuda unei fundamentări matematice riguroase, ample și uneori complicate. Acest lucru este demonstrat de faptul că abordarea acestor domenii este în general posibilă numai în cooperarea dintre tehnolog-fiabilist, iar uneori chiar tehnolog-informatician-fiabilist. Deci, specialistul fiabilist nu poate să rezolve singur problemele în absența tehnologului, iar acesta nu are cunoștințele suficiente să le abordeze singur. Prezența tehnologului este absolut necesară, pe de o parte, datorită complexității tot mai ridicate a instalațiilor, dar și datorită caracterului practic aplicativ al abordării. Se poate evidenția aceasta prin tendința actuală de a dezvolta modele tehnologice, în care fiabilitatea intervine ca un parametru alături de ceilalți parametri tehnici.

Pentru ca preocupările menționate să aibă eficiența dorită — acest lucru a fost și mai este unul din punctele sale slabe — este necesar ca ele să fie incluse într-o concepție globală și încadrate într-un management adecvat.

Această idee poate fi exemplificată prin experiența românească, în care, deși pregătirea tehnologică a fost superioară, deși baza metodologică s-a afirmat ca o veritabilă școală în domeniu, lipsa unei concepții manageriale a dus la rezultate de multe ori slabe sau sub nivelul efortului conceptual și financiar depus, verigile slabe fiind asigurarea calității și fiabilității, lipsa unor reglementări periodice de delimitare a responsabilităților, furnizorilor etc.

2. Preocupările participanților la CNE reflectate prin rapoartele înscrise la conferință

Și-au exprimat dorința de participare la discutarea problematicii secției Siguranță, fiabilitate, strategii de asigurarea calității, prin înscrierea de rapoarte, 49 de specialiști. Lucrările înscrise, prin diversitatea subiectelor abordate pot fi împărțite pe următoarele domenii :

— modele și metode ale siguranței, fiabilității și securității 1
— analize tehnologice complexe în care fiabilitatea constituie factorul dominant, departajate pe categorii de instalații :
— sisteme electroenergetice 11
— construcții 2
— centrale electrice clasice (partea termohidraulică) 8
— centrale electrice nucleare (în special securitate) 8
— echipamente energetice 3
— diagnoză și mentenanță 1
— calitate și asigurarea calității 4
— automatizarea analizelor de fiabilitate în concepția asistată de calculator 3
— abordări conceptuale generale, de informare și sinteză 8

Conținutul rapoartelor prezentate reflectă următoarele particularități :

— recunoașterea necesității și utilității abordării probabiliste a fenomenelor și utilizarea pe scară largă a programelor specializate [4];

— încadrarea activităților într-o concepție managerială clară, în care rolul analizelor de fiabilitate și securitate constituie baza criteriilor de decizie [20];

— o frecvență ridicată de preocupări pentru modelarea situațiilor catastrofale de tip seisme, accidente nucleare, accidente ecologice [6, 7, 8, 9, 10, 19];

— includerea în concepția de modelare a unor parametri mai puțin stăpîniți, cum sunt defectele de mod comun, fiabilitatea comportamentului uman etc. [23];

— dificultățile și mai ales tendința de simplificare a modelării la sistemele cu o automatică pretențioasă [49];

— tendința de automatizare a analizelor de fiabilitate în concepția de analiză asistată de calculator, folosindu-se programe expert și apelîndu-se la inteligența artificială [47, 49];

— calitatea [25, 36, 37, 38].

3. Domenii de importanță actuală pentru cercetarea metodologică și aplicată

3.1. Modele și metode de evaluare a siguranței fiabilității și securității

Așa cum s-a prezentat anterior, siguranța, fiabilitatea, securitatea pot fi modelate folosind suportul matematic al teoriei proceselor aleatoare.

În prezent s-au dezvoltat modele și metode complexe care sînt tot mai dificil accesibile tehnologiilor. Există tendința ca cercetarea din acest domeniu să creeze super-specialiști, în general de tipul matematician-fiabilist, care se îndepărtează de abordarea practică, astfel încît a apărut necesitatea revenirii la o mai mare fidelitate tehnologică. Această contradicție poate fi rezolvată în două moduri : sau se apelează la specialiști foarte complecși cu cunoștințe serioase tehnologice și de fiabilitate, astfel încît metodele elaborate să răspundă fidelității dorite, sau se dezvoltă instrumente informatice complexe, concepute de tehnolog-fiabilist-informatician, care să ofere modele performante în maniera expert în care tehnologul realizează baza de cunoștințe, iar fiabilistul alege și operează cu modelele performante în maniera asistată de calculator. Această ultimă concepție, întîlnită în ultimii ani sub denumirea de „post de lucru al fiabilistului" cîștigă tot mai mult teren. O astfel de abordare a fost dezvoltată, de exemplu, la EdF în cadrul Direction des Etudes et Recherches (DER), Service Réacteurs Nucléaires et Echangeurs.

O tendință similară se poate observa și în Romania în cadrul colectivului de „Siguranță" al ISPE, precum și în laboratorul de Fiabilitate al Facultății de Energetică din Universitatea Politehnică București.

Preocupătirle din acest domeniu sînt tot mai mult orientate spre analizele calitative specifice sistemelor complexe.

Dintre modelele cele mai folosite materializate prin programe de calcul se pot evidenția procesele de tip Markov și semi-Markov, simularea Monte Carlo, rețelele de tip Petri, toate aplicate într-o concepție de formalizare de tip diagrame de fiabilitate, arbori de defectare și evenimente, grafuri de stări etc. Limitele de aplicabilitate sînt legate numai de ușurința accesului la programele de calcul și capacitatea de calcul disponibilă.

3.2. Automatizarea analizelor de fiabilitate și securitate

Complexitatea, specializarea și viteza de decizie au impus utilizarea calculatoarelor electronice, astăzi o abordare complexă fiind imposibilă fără acestea. Se poate afirma că analizele de fiabilitate se realizează într-o concepție informatică bine conturată, care se dezvoltă pe două direcții mai importante :

— generarea automată sau asistată de calculator a modelelor de fiabilitate ;

— alegerea automată sau asistată de calculator a modelelor și metodelor.

Generarea automată a modelelor de fiabilitate, securitate etc. constituie în prezent premisa dezvoltării cercetărilor din domeniu. Generarea automată presupune elaborarea de tehnici pentru formalizarea modelelor și metodelor de fiabilitate și securitate, și evident, în final evaluarea lor, folosind „baze de cunoștințe".

În prezent cele mai importante cercetări sunt concentrate în domeniul „*formalizării*" „*cunoștințelor tehnologice*", fidelitatea formalizării fiind premisa fidelității generării automate a modelelor. Se pot evidenția două etape în tehnica formalizării cunoștințelor tehnologice :

— organizarea informațiilor sub formă de fișiere pe suportul structurii sistemului analizat, cu caracteristici tehnice și de fiabilitate intrinsecă și dezvoltare de programe în maniera clasică cu o generalitate limitată ;

— organizarea informațiilor în sensul cerut de programele expert bazate pe inteligența artificială sub forma bazelor de cunoștințe și bazelor de reguli, adaptabile la configurații mult mai diverse.

Se poate vorbi și de o formalizare a modelelor de fiabilitate prin generarea automată a diagramelor echivalente, a arborilor de defectare sau evenimente, a stărilor și a grafurilor tranzițiilor dintre stări etc.

Pentru simplificarea formalizării tehnologice și de modelare se apelează tot mai mult la simularea instalațiilor sub forma simulării structurale și funcționale. Simularea oferă suportul cel mai complex al generării automate a modelelor.

A doua mare direcție a automatizării o constituie alegerea automată a modelelor.

Ea s-a impus pentru a veni în ajutorul tehnologilor și fiabiliștilor care abordează analize de fiabilitate, securitate și trebuie să opereze cu modele complexe. Alegerea asistată de calculator a modelelor se poate realiza mai ales pe suportul logicii programelor expert.

Ca și generarea automată a modelelor, alegerea asistată de calculator presupune utilizarea bazelor de cunoștințe tehnologice formalizate corespunzător și, în plus, folosirea unei formalizări avansate a modelelor și metodelor utilizabile.

Se practică în prezent tot mai mult realizarea de analize de fiabilitate sau securitate, folosindu-se mai multe metode de evaluare cantitativă și calitativă ce se completează reciproc. Automatizarea facilitează această manieră de evaluare, oferind în cadrul aceluiași program, metode diverse.

3.3. Evaluarea riscului și modelarea securității

Dacă abordarea analizelor de fiabilitate o putem considera clasică, domeniile evaluării riscului, producerii accidentelor catastrofale și al securității sînt încă în perioada maturizării. Experiența acumulată în domeniul securității nucleare permite evidențierea următoarelor concluzii :

— nu se poate afirma că sistemele de securitate imaginate și utilizate elimină posibilitatea producerii de avarii catastrofale, ci numai că se diminuează probabilitatea producerii lor ;

— conceperea și realizarea sistemelor de securitate este un proces iterativ care se dezvoltă și se perfecționează prin acumularea de experiență provenită de la sistemele aflate în funcțiune.

Studiile de securitate utilizează modele specifice, dar apelează și folosesc modele tehnologice, de fiabilitate și de disponibilitate, tehnici de mentenanță, astfel încît pot fi considerate ca fiind poate cele mai complexe.

Un domeniu aparte al securității nucleare îl reprezintă comportamentul acestora la producerea unor fenomene catastrofale, cum sînt cutremurele, incendiile, inundațiile.

Asistăm în prezent la deplasarea experienței acumulate în sectorul nuclear către domeniul industrial, în principal pentru evaluarea riscului accidentelor catastrofale și de asigurare a protecției mediului.

Aceasta a generat cercetări pentru adaptarea modelelor și metodelor existente, generalizarea lor, precum și acumularea informațiilor primare necesare.

3.4. Dezvoltarea bazei informaționale pentru asigurarea fiabilității și calității

Eficiența analizelor de fiabilitate și securitate nu depinde numai de fidelitatea și precizia modelării, ci și de existența și de precizia informațiilor primare. Acestea sînt în general valorile numerice ale indicatorilor de fiabilitate implicați în modele, ca, de exemplu, probabilitățile de avarie, intensitățile de avarie și reparare, probabilitățile de anclanșare ale rezervelor etc. Concepția determinării lor s-a modificat mult în ultimii ani, trecîndu-se de la activități specifice fabricantului de echipamente la activități complexe de culegere, gestiune și tratare a informațiilor.

Sursa informațiilor s-a extins mult prin utilizarea experienței de exploatare, dezvoltîndu-se activități specifice de culegere, analiză și interpreatre a informațiilor direct în procesele tehnologice.

Se poate afirma că în prezent la nivelul sistemelor electroenergetice există o concepție bine definită reflectată prin bănci de date și instrumente de gestiune, care oferă informația necesară analizelor previzionale de fiabilitate și securitate. A crescut mult credibilitatea în informații ca o consecință și a interesului manifestat de producători pentru calitatea produselor lor.

Un exemplu semnificativ al amploarei și importanței bazelor de date îl constituie organismul european UNIPEPE și Comitetul de Disponibilitate al Consiliului Mondial al Energiei.

3.5. Asigurarea calității și fiabilității

Așa cum s-a prezentat anterior, calitatea este o garanție a unei comportări sigure și fiabile. De aceea, cel care furnizează echipamentele este vital interesat să realizeze calitatea dorită, dar și să demonstreze calitatea produselor sale.

În prezent, în faza în care piața europeană se unifică, fără asigurarea și garantarea calității producătorilor vor fi striviți de concurență.

S-a trecut în ultimii ani de la concepția garantării calității prin control, și deci prin indicatori de calitate verificabili, la o concepție nouă de asigurare a calității bazată pe implementarea unui program de calitate cu faze și suport material și uman adecvat. Calitatea se garantează nu numai prin indici de calitate, ci mai ales prin concepția managerială de urmărire a calității. Această concepție s-a răspîndit rapid în Europa, avînd în față „războiul calității" între producătorii americani și japonezi.

În România, această preocupare s-a declanșat odată cu programul energetic nuclear și a cuprins industria energetică și cea a producătorilor echipamentelor pentru centralele nucleare. Ea se află încă în faza formalismului acceptat, necesitînd eforturi suplimentare pentru crearea de specialiști și de implementarea activității manageriale.

Asigurarea calității nu rezolvă însă problema fiabilității și disponibilității instalațiilor energetice. Deci este necesar să se dezvolte programul de asigurare a fiabilității și disponibilității cu conceperea și implementarea suportului organizatoric uman și financiar necesar.

Se știe că energetica românească s-a confruntat cu o fiabilitate și disponibilitate redusă, în special la centrale, folosind cărbune inferior. S-au lansat programe de retehnologizare, dar acestea nu sînt suficiente pentru asigurarea fiabilității.

Ca și în domeniul calității, aceasta presupune programe speciale și organisme speciale, care să le conceapă și să le implementeze.

3.6. Fiabilitatea factorului uman

Activitatea omului rămîne în continuare componenta esențială în ansamblul om-mașină-mediu. Deși automatizarea și conducerea automată au înlocuit unele activități, omul rămîne elementul determinant, indispensabil.

El este implicat în două mari categorii de activităţi, în concepţia şi realizarea instalaţiilor şi în exploatarea lor. În ambele tipuri de activităţi, o modelare corectă a proceselor nu poate neglija influenţa factorului uman.

Dacă comportamentul maşinilor a creat şi creează dificultăţi de modelare, cel al oamenilor este mult mai complex şi mai dificil de modelat. Analizele marilor accidente nucleare, ecologice, au evidenţiat că în lanţul greşelilor şi al erorilor, omul a avut contribuţii decisive, fie prin deficienţe de pregătire, fie prin deficienţele de decizie. Se pot evidenţia în acest sens două direcţii mari de cercetare :

— observarea comportamentului uman pentru diferite tipuri de activităţi şi aprecierea fiabilităţii factorului uman prin metode statistice de estimare ;

— explorarea factorilor explicativi ai comportamentului în cadrul unor activităţi specifice, prin studierea şi modelarea reprezentărilor mentale, de strategie, de memorare etc.

Ambele direcţii permit acumularea şi realizarea unor bănci de informaţii ale comportamentului uman, astfel încît ele să poată oferi informaţiile cantitative şi calitative necesare.

În prezent s-au făcut multe cercetări legate de fiabilitatea factorului uman privind explotarea instalaţiilor energetice complexe, cum sunt centralele electrice nucleare,clasice, staţiile electrice etc. şi mult mai puţin pentru domeniul de concepţie.

4. Întrebări şi probleme contraversate supuse dezbaterii participanţilor

Această sinteză a avut ca scop să creeze o imagine de ansamblu a domeniului, subliniind complexitatea, rigurozitatea, necesitatea şi mai ales caracterul practic şi concret al abordărilor. În acelaşi timp, s-a dorit focalizarea atenţiei asupra problemelor care definesc preocupările specialiştilor din alte ţări şi a celor români, astfel încît să constituie o bază de plecare, o referinţă pentru preocupările următoare.

Pentru susţinerea discuţiei se supun atenţiei următoarele întrebări-problemă :

• în ce direcţie se orientează modelarea ?

— menţinerea concepţiei actuale în care modelul de fiabilitate reprezintă o abordare distinctă, construită pe suportul informaţional tehnologic ;

— dezvoltarea unei concepţii noi de modelare tehnologică, complexă, în care fiabilitatea este inclusă ca un parametru, astfel încît nu se mai poate vorbi de două modele distincte ;

• cum se rezolvă contracţia specializărilor avansate dintre tehnolog, fiabilist, matematician, informatician ?

— prin formarea de tehnologi specializaţi în domeniul fiabilităţii, capabili să asigure şi legătura dintre cele două domenii ;

— prin dezvoltarea unei baze integrate de programe sub forma „post de lucru al fiabilistului" cu care un tehnolog să poată face analize performante de fiabilitate ;

• care este tendinţa şi limitele generării automate de modele, a alegerii automate a modelelor şi în general a automatizării analizelor de fiabilitate ?

— îndepărtarea de fenomenul tehnic printr-o formalizare avansată ;

— dezvoltare de programe inteligente, care să controleze gradul de incertitudine şi să ofere soluţiile optime ;

• care este rolul şi mai ales prioritatea implementării programelor de asigurare ale calităţii şi mai ales ale fiabilităţii ?

— se pot lăsa în seama producătorilor de echipamente ;

— impun o activitate dirijată managerială ;

• este oare necesară modelarea mecanismelor comportamentului uman ?

— este suficientă observarea globală şi estimarea statistică ;

— este necesară cuantificarea parametrilor comportamentului uman.

Lista lucrărilor prezentate și analizate la întocmirea raportului *

4. Experimentarea în exploatare a sistemului de evaluare a securității în timp real la Empresas Publicas din Medellin
M. Edgar, P. Paterina, G. Juan, G. Jaramillo — Empresas Publicas de Medellin, Medellin (Columbia)
S. C. Săvulescu-SYDETECH Inc. Flushing, NY (USA)

6. Considerații privind comportamentul structurilor de rezistență flexibile (coșuri, turnuri de televiziune)
M. Balcu-Institutul de Construcții București, R. Angelescu, S. Daniel — ISPE (Romania)

7. Lucrări urgente de evaluare a sistemului expert și perfecționare a protecției la cutremure pentru centrale energetice în funcțiune
S. Iacoboaia, A. Leonte-ISPE (România)

8. Model asistat de calculator pentru analize operative ale clădirilor principale din cadrul centralelor nucleare, în urma unui cutremur și cazuri de avarie
V. Mustață-ISPE, M. Eremia-Universitatea Politehnică, București (România)

9. Evaluarea încercărilor dinamice și a securității în funcționare a soclurilor turbo alternatoarelor
I. Sântu, R. Canarache, C. Romilă-ISPE (Romania)

10. Cerințe și recomandări legate de supravegherea seismică a unei centrale nucleare
V. Șerban, I. Florea-ISPE (Romania)

19. Recondiționarea unei centrale atomice în caz de avarie
V. K. Rimsky—Institutul de Energetică al Academiei de Științe—Chișinău (R. Moldova)

23. Introducerea conceptului de retehnologizare în cadrul studiilor energetice
V. I. Nitu—Universitatea Politehnică, București (România) M. Ciobanu, M. Stein, Hermina Albert, C. Bărbulescu—ISPE (România)

25. Verificarea tensiunii în sistemul de conducte 1 ASME
V. Șerban, M. Chiriță, C. Alexandru—ISPE (Romania)

36. Asigurarea calității metodă de ridicare a puterii disponibile în SEN
I. Rențea, E. Stan, M. Săndulescu—ICEMENERG (Romania)

37. Rezultatele obținute prin introducerea sistemelor numerice de asigurare a calității folosite în activitățile susținute de ICEMENERG pentru centrale nucleare
Maria-Mihaela Grigoriu, V. Ionescu—ICEMENERG (Romania)

38. Folosirea tehnicii de calcul pentru asigurarea calității asistate pe calculator din cadrul organizării de programe din ICEMENERG
Maria-Mihaela Grogoriu, V. Bascoveanu, V. Ionescu-ICEMENERG (Romania)

* S-au păstrat numerele de ordine din programul CNE '92.

ANUNȚ

Autorii sunt rugați să consulte articolul **„Reguli de utilizare a unităților de măsură și a multiplilor și submultiplilor", autor dl.** Gheorghe Isbasoiu, apărut în revista **Metrologia Aplicată,** vol. nr. 3, 1984, care comentează modul de aplicare a legilor României referitoare la sistemul internațional de unități de măsură.

Respectarea acestor reguli condiționează acceptarea lucrărilor pentru publicarea în revista ENERGETICA.

ACTIVITATEA RENEL ÎN CADRUL UNIPEDE

Ing. VICTOR VAIDA *) Ing. DUMITRU MANEA **)

1. Scurt istoric

Uniunea Internațională a Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică (UNIPEDE) a fost creată la 1.01.1925, din inițiativa principalelor întreprinderi de electricitate din Franța, Belgia și Italia, avînd ca prim președinte pe domnul **Gian Giacomo Ponti** din Italia. A urmat, an după an, afilierea altor întreprinderi de electricitate. În prima etapă numai din Europa. La data de 2.04.1929 România devine membru activ al UNIPEDE, prin Institutul Național Român pentru Studiul Amenajării și Utilizării Surselor de Energie, avînd ca reprezentanți pe domnii Constantin D. Bușilă și Constantin I. Budeanu. Afilierea Român ei la UNIPEDE a fost întreruptă în perioada de după cel de-al doilea război mondial.

Cu ocazia celui de al 22-lea Congres al UNIPEDE care a avut loc la Copenhaga (10—14.06. 1991) România și-a exprimat dorința de a redeveni membru activ al acestei organizații internaționale. reafilierea prin RENEL producîndu-se cu ocazia reuniunii Comitetului de Direcție al UNIPEDE, care a avut loc la Paris în 22.10.1991.

Președintele în exercițiu al UNIPEDE este domnul **Pedro Rivero Torre** din Spania.

2. Organizarea UNIPEDE

Președintele UNIPFDE este în același timp președinte al Comitetului Executiv format din 11 persoane (din Spania, Franța, Germania, Belgia, Norvegia, Ungaria, Italia, Elveția, Portugalia, Danemarca și Marea Britanie). Acesta constituie corpul operațional al UNIPEDE. Structura permanentă (secretariatul UNIPEDE), asigură întreaga legătură tehnică și logistică, fiind sub directa coordonare a directorului executiv al UNIPEDE. Sediul UNIPEDE este la Paris.

La data de 31 decembrie 1992 erau membri activi ai UNIPEDE 27 de țări (printre care și România). În afara membrilor activi. 21 de țări erau membri afiliați și 38 de companii de electricitate din 12 țări erau membri asociați.

Comitetul director al UNIPEDE, compus din reprezentanții membrilor activi, decide tendințele strategice ale uniunii, aprobă și verifică bugetul anual, precum și afilierea altor țări. Comitetul Director se reunește de două ori pe an.

Adunarea generală a membrilor are loc o dată pe an, iar **congresele** UNIPEDE se desfășoară la fiecare 3 ani.

Structura de expertizare a UNIPEDE este formată din trei comitete pilot, zece comitete de studii, patru comitete specifice, cinci grupe permanente și 54 grupe de experți.

Comitetele pilot propun Comitetului Executiv programele de lucru ale Comitetelor de studii și ale grupelor de experți. În același timp, ele supervizează și coordonează activitățile Comitetelor de studii. Comitetele pilot d se întîlnesc de două ori pe an în aceeași perioadă cu Comitetul Director și Comitetul Executiv.

Comitetele de studii formează structura permanentă de expertiză a UNIPEDE, beneficiind de suportul logistic din partea secretariatului permanent (organizarea întîlnirilor, traducerea, tipărirea materialelor). Aceste comitete se reunesc în principiu de două ori pe an și pot crea grupe de experți. Ele propun organizarea de conferințe pe specialități, pregătesc puncte de vedere la cerere, publică rapoarte tehnice și participă direct la organizarea congreselor.

Comitetele specifice sînt, de obicei, cuplate la unul din cele trei comitete pilot, operînd în același mod ca și comitetele de studii, dar nu pot crea grupe de experți.

Grupele de experți reprezintă structura nepermanentă a UNIPEDE. Ele pot fi create de comitetele pilot la propunerea comitetelor de studii.

Organizarea acestei structuri de expertiză a UNIPEDE este următoarea :

a) *Comitetul pilot pentru producerea și transpoetul energiei electrice*, care cuprinde patru comitate de studii și un comitet specific :

* Ing. VICTOR VAIDA este președinte al RENEL și reprezentantul României în Comitetul de Direcție al UNIPEDE

** Ing. Dumitru MANEA este șef serviciu tarifare — RENEL, Secretarul Comitetului Național Român al UNIPEDE.

— Comitetul de studii pentru producerea energiei în CNE, care are ca obiective :
— schimbul de informaţii şi analiza datelor privind utilizarea paşnică a energiei nucleare ;
— proiectarea, construcţia, mărirea duratei de viaţă a CNE, cu evidenţierea părţii nucleare ;
— exploatarea şi funcţionarea CNE, inclusiv pregătirea personalului şi factorului uman ;
— standarde de siguranţă şi securitate nucleare ;
— combustibilii nucleari, inclusiv gestiunea combustibilului uzat şi a emisiilor radioactive.

În cadrul acestui comitet de studii activează şapte grupe de experţi pentru :
— proiectarea camerelor de comandă din CNE ;
— combustibili nucleari ;
— pregătirea personalului de exploatare din CNE ;
— reglementări privind securitatea nucleară ;
— deşeuri radioactive şi scoaterea din exploatare a CNE ;
— disponibilitatea şi exploatarea CNE şi CTE ;
— chimia apei în CNE.

— Comitetul de studii pentru producerea energiei în CTE, avînd ca obiectiv investigarea tuturor aspectelor în următoarele domenii :
— tehnologie (proiectare şi construcţie) ;
— exploatare, funcţionare şi întreţinere ;
— impactul asupra mediului.

În cadrul comitetului activează cinci grupe de experţi pentru :
— gazeificarea cărbunelui şi cicluri combinate ;
— efectul de seră (în comun cu comitetul pentru mediul înconjurător) ;
— reducerea emisiilor de NO_x ;
— chimia apei în CTE (în comun cu comitetul pentru CNE) :
— eliminarea deşeurilor.

— Comitetul de studii pentru CHE şi alte surse reînnoibile care studiază dezvoltarea producţiei în centralele hidroelectrice, precum şi din alte surse reînnoibile, luînd în considerare aspectele tehnico-economice, de management şi influenţa asupra mediului.

În acest comitet activează trei grupe de experţi pentru :
— surse reînnoibile ;
— servicii dinamice în CHE ;
— utilizarea în scopuri multiple a amenajărilor hidroenergetice.

— Comitetul de studii pentru interconectarea reţelelor. În domeniul marilor reţele şi al interconectării se examinează :
— aspectele tehnice, economicce şi organizatorice ;
— sistemele de funcţionare şi utilizare ;
— tehnologiile şi metodele de funcţionare, schimb de date asupra programelor în curs şi asupra calităţii serviciilor la nivelul transportului.

În acest comitet activează cinci grupe de experţi :
— grupa de experţi pentru protecţia centralelor contra perturbărilor majore ;
— grupa de experţi pentru optimizarea structurii sistemului european ;
— grupa de experţi UNIPEDE, UCPTE pentru interconectarea est/vest ;
— grupa de experţi pentru calitatea serviciilor de transport al energiei electrice ;
— grupa de experţi pentru interconectarea în bazinul mediteranean.

Tot în cadrul comitetului pilot privind producerea şi transportul energiei electrice activează şi *Comitetul specific pentru cercetare*, care nu are grupe de experţi pe probleme specifice.

b) Comitetul pilot pentru distribuirea energiei electrice, cuprinde trei comitete de studii şi un comitet specific :

— Comitetul de studii pentru distribuţia energiei electrice, are ca obiective elaborarea de :
— studii în vederea îmbunătăţirii, dezvoltării proiectării, construcţiei şi funcţionării reţelelor publice de distribuţie de JT, MT şi IT ;
— studii şi schimb de informaţii privind îmbunătăţirea serviciilor la clienţi (facturare, controlul consumului, sisteme avansate de comudicaţie) ;
— analiza privind investiţiile şi cheltuielile de funcţionare pentru sistemele de distribuţie şi posibilităţile de reducere a acestora.

În cadrul comitetului activează grupe de experţi privind :
— proiectarea configuraţiei reţelelor ;
— automatizarea serviciilor ;
— cabluri izolate cu materiale sintetice ;
— procesarea grafică a datelor ;
— probleme de scurtcircuite :
— tensiuni standardizate ;
— lucrul sub tensiune.

— Comitetul de Studii pentru probleme economice şi tarifare, care elaborează :
— studii privind costurile de producere şi diferenţele între costurile pe termen scurt şi lung ;
— studii privind structura preţului şi influenţa factorilor externi ;
— analiza modalităţilor de mărire a eficienţei de utilizare a energiei (planificarea la cost minim) ;

— relația cu autoproducătorii;
— studii comparative privind termenii și condițiile referitoare la reglementările tarifare și la contractele de furnizare a energiei electrice.

Comitetul are grupe de experți care se ocupă cu:
— costurile sistemelor energetice;
— costurile pentru producerea energiei electrice;
— probleme privind măsurarea și facturarea;
— optimizarea costurilor atît pe partea de producție, cît și de cerere;
— reglementări tarifare.

— Comitetul de studii pentru dezvoltarea aplicațiilor energiei electrice și marketing, care are ca obiective principale:
— studierea strategiilor de marketing luînd în considerare aspectele legate de economisirea energiei și aspectele de protecție a mediului;
— studierea factorilor care guvernează dezvoltarea tuturor aplicațiilor energiei electrice în sectorul casnic, industrial și terțiar;
— studierea noilor aplicații cu posibilități atractive de dezvoltare, inclusiv transportul auto.

În acest comitet activează mai multe grupe de experți, care au în vedere:
— dezvoltarea aplicațiilor energiei electrice în sectorul agricol, rezidențial și al serviciilor;
— vehiculele electrice;
— dezvoltarea aplicațiilor industriale;
— informarea și promovarea în marketing;
— dezvoltarea planificării integrale a resurselor.

— Comitetul specific de standardizare, urmărește activitatea organizațiilor internaționale de standardizare (ISO, IEC, CEN etc.) și informează producătorii de energie electrică asupra acestora. El stabilește o poziție comună astfel încît companiile de electricitate să-și poată acorda această poziție cu standardele naționale.

În acest comitet activează grupe de experți pentru:
— autorizarea și calificarea furnizorilor;
— caracteristicile energiei electrice și compatibilitatea electroenergetică;
— aparate de măsură în funcțiune;
— contaminarea echipamentelor;
— specificații privind echipamentele care sînt achiziționate de către public;
— componente pentru centrale termoelectrice.

c) Comitetul pilot pentru conducerea întreprinderilor, cuprinde trei comitate de studii:

— Comitetul de studii pentru managementul resurselor, cu două grupe de experți:
— managementul bugetului;
— situația financiară a întreprinderilor de electricitate; precum și trei grupe permanente:
— probleme fiscale;
— asigurări;
— probleme legale.

— Comitetul de studii pentru managementul factorului uman. cu trei grupe de experți:
— motivarea și performanțele;
— rolul resurselor umane;
— pregătire personal.
și două grupe permanente:
— probleme medicale.
— securitatea muncii și prevenirea accidentelor.

— Comitetul de studii pentru informatică, cu două grupe de experți:
— organizarea tehnologiilor informatice;
— tehnologii software.

Sub directa coordonare a Comitetului Executiv activează alte două comitete specifice:

— Comitetul specific pentru protecția mediului, cu patru grupe de experți:
— probleme la nivelul Comunității Europene;
— aspecte economice ale protecției mediului;
— politici ale întreprinderilor în direcția protecției mediului;
— studierea efectului de seră.

— Comitetul specific pentru consultanță în investiții, cu o singură grupă de experți pentru programe de perspectivă.

UNIPEDE desfășoară, de asemenea, o serie de activități statistice, avînd ca obiective principale:
— coordonarea terminologiei internaționale;
— definirea noilor cerințe în domeniul statistic și reactualizarea statisticilor;
— colectarea datelor și publicarea rezultatelor.

În acest scop s-a organizat un grup statistic și o rețea de corespondenți-statistici. Aceștia trebuie să contribuie la reactualizarea terminologiei, să furnizeze datele naționale, să asigure coerența datelor mai ales în țările du structura descentralizată și să facă cunoscute statisticile publicate de UNIPEDE.

UNIPEDE trebuie să-și demonstreze rolul de organisme internațional incontestabil și de aceea a fost creată și o rețea de comunicație, care:

— trebuie să creeze un flux continuu de informații între organismele naționale;
— să furnizeze informații referitoare la pozițiile luate de conducătorii sectoarelor energetice:
— să constituie un forum de schimb de informații între specialiști.

Rețeaua de comunicație este constituită din reprezentanți ai companiilor membre și este coordonată de un grup restrîns, denumit *grup de consultanți*, constituit din cinci persoane: directorul executiv al UNIPEDE, un consultant pentru comunicații și trei specialiști participanți la lucrările fiecărui comitet pilot. Acest grup este responsabil pentru:
— coordonarea rețelei de informații și circulația informațiilor;
— informarea conducătorilor cu privire la apropiatele evenimente internaționale;
— legături cu presa și mass-media.

O dată pe an se organizează o întîlnire a membrilor acestei rețele cu grupul de consultanți. La intervale regulate această întîlnire se constituie în Conferința Internațională de Comunicații a UNIPE E, care include și festivalul filmului dedicat energiei electrice.

Rețeaua împreună cu grupul de comunicație este responsabilă pentru editarea trimestrială a revistei UNIPEDE **„Mediawatt"**, cu texte în limba engleză și traducere în franceză și germană, precum și a buletinului de știri **„Watt's New"**. Acesta este publicat numai în limba engleză cu scurte știri primite din rețeaua de comunicație, avînd ca scop informarea rapidă și regulată a membrilor asupra evenimentelor ce apar în sectorul energetic în diferite țări.

În anul 1992 în cadrul UNIPEDE a fost creat un comitet special, cu durata limitată de existență, privind structura și organizarea sectorului energetic, avînd patru grupe de lucru privind:
— internaționalizarea și diversificarea sectorului electric;
— reglementări, tranziție;
— evoluția noțiunii de serviciu public;
— evoluția distribuției energiei electrice — problemele concesionării.

3. Activitatea RENEL în cadrul UNIPEDE în perioada 1991—1993

Pentru a activa direct în cadrul structurii de expertiză a UNIPEDE, RENEL a nominalizat reprezentanți în următoarele comitete de studii:
— comitetul de studii 0entru producerea energiei în CTE;
— comitetul de studii pentru CHE și alte surse reînnoibile;
— comitetul de studii pentru interconectarea internațională;
— comitetul de studii pentru distribuția energiei electrice;
— comitetul de studii economice și tarifare;
— comitetul de studii pentru managementul resurselor;
— comitetul de studii pentru managementul factorului uman;
— comitetul pentru organizarea sectorului energetic, precum și în comitetul specific pentru protecția mediului și în rețeaua de corespondenți de statistică și comunicație.

De la reafilierea României la UNIPEDE prin RENEL s-a participat activ la toate cele patru reuniuni ale Comitetului Director, care au avut loc la Paris (1991), Estoril, Sevilla (1992) și Venezia (1993). Contractele avute cu conducerea altor companii de electricitate din întreaga lume au permis o mai bună cunoaștere reciprocă a modului de organizare, a modului de abordare a unor probleme specifice sectorului energetic, precum și la antamarea ulterioară a unor colaborări bilaterale.

Reprezentantul RENEL în **Comitetul de studii pentru producerea energiei în CTE** (domnul **Sorin Eugen Ungur** director FE Oradea) a participat la reuniunile acestui comitet care au avut loc la Pisa (1992) și Dublin (1993). Principalele aspecte susținute și de alți reprezentanți ai companiilor de electricitate din Europa Centrală și de Est sînt legate de obținerea de tehnologii de vîrf la nivelul de dezvoltare tehnică și putere economică a țărilor din această zonă în domeniile:
— desprăfuirea gazelor;
— reducerea emisiilor de noxe din gazele de ardere;
— problema cogenerării și a creșterii randamentului global a de producere a energiei electrice și termice;
— problemele legate de deșeuri: reglementări de transport internațional, incinerare, utilizarea la scară industrială pentru producerea de energie electrică și în special căldură.

În cadrul acestui comitet de studii, activitatea grupelor de experți în perioada 1991—1993 a fost axată pe următoarele aspecte:

— *Grupul THERPERF*, apărut prin desprinderea din grupul de studiu al indicatorilor de performanță a centralelor nucleare, NUCLETHERPERF, are ca sarcină stabilirea unor indicatori de performanță utilizați în mod unitar de toate țările membre UNIPEDE pentru termocentrale, adunarea de date, formarea unei bănci de date computerizate și publicarea periodică de statistici.

— *Grupul THERCOALGAS* are în curs de elaborare cu termene de finalizare 1993/1994:

— catalog privind procedeele de combustie în ciclu combinat cu gazeificarea cărbunelui;
— procedee de ardere în pat fluidizat sub presiune;
— dezvoltarea tehnologiilor avansate pentru arderea prafului combustibil sub presiune, ciclu binar abur-gaze, gazeificarea cărbunelui în ciclu combinat cu pile de combustie.

— *Grupul THERENVGREEN*, cu preocupări în domeniile:
— emanațiile de bioxid de carbon și mijloacele tehnologice și economice pentru obținerea de rezultate cuantificabile;
— analiza fenomenului de seră, dovezi, progrese științifice în limitarea lui, implicațiile acestuia pe termen scurt și lung;
— opțiuni tehnologice de viitor, rolul energiilor recuperabile;
— protecția mediului înconjurător.

— *Grupul THERNOX* analizează probleme legate de:
— experiența în exploatare a utilizării arzătoarelor cu emisie redusă de NO_x, procedee de reducere necatalitică, utilizarea amestecurilor amoniac/apă în vederea eliminării problemelor legate de stocarea amoniacului;
— procedee combinate de desulfurare/denitrificare;
— durata de viață a catalizatorilor utilizați pentru denitrificare și factorii care o influențează;
— reducerea emanațiilor de oxid de azot;
— reducerea emanațiilor NO_x în centralele alimentate cu cărbune și repercusiunile asupra calității cenușii;

— *Grupul THERNUCLECHIM*, în domeniul centralelor clasice și nucleare, privitoare la:
— rolul maselor schimbătoare de ioni în circuitele poluate cu organocloruri;
— utilizarea membranelor pentru ameliorarea calității apei și reducerea costurilor de restituție;
— emisii atmosferice;
— controale chimice, desulfurare/denitrificare;
— chimia circuitelor secundare a reactoarelor cu apă sub presiune;
— deciziile de luat în domeniul tratării apei.

— *Grupul THERWASTE* s-a preocupat de:
— costul eliminării deșeurilor;
— eliminarea deșeurilor și mediul înconjurător;
— utilizarea reziduurilor;
— reglementările internaționale în materie de transport internațional al deșeurilor, definirea deșeurilor;
— utilizarea biomasei și a energiei geotermale.

— *Grupul NUCLETHERMAINT* analizează problemele de fiabilitate, disponibilitate și întreținere în centralele clasice și nucleare.

Comitetul de studii s-a mai ocupat, de asemenea, de:
— problemele turbinelor cu gaze;
— arderea combustibilului „Orimulsion";
— conversia deșeuri—energie;
— aditivi anticorozivi în focarele cazanelor;
— costurile de producție a energiei electrice.

În cadrul **Comitetul de studii pentru producerea energiei în centralele hidroelectrice și alte surse reînoibile,** reprezentantul RENEL (domnul **Eliade Mihăilescu** — director FE Curtea de Argeș) a participat la reuniunile de la Barcelona. Paris (1992) și Frieburg (1993). A fost prezentată situația sectorului hidroenergetic din România și s-au elaborat materiale privind debitul de servitute, precum și situația reglementării lor din domeniul hidroenergetic din România. La propunerea reprezentantului RENEL următoarea ședință a acestui comitet va avea loc la Curtea de Argeș, în perioada 7—8 octombrie 1993.

Reprezentantul RENEL în **Comitetul de studii pentru interconectarea internațională** (domnul **Victor Romert** director DEN) a participat la reuniunile acestui comitet care au avut loc la Paris (1992) și Tunis (1993). Cu această ocazie s-a susținut poziția RENEL privind interconectarea sistemului energetic național la UCPTE, s-au evidențiat etapele ce trebuie parcurse și eforturile ce trebuie făcute pentru atingerea condițiilor tehnice necesare interconectării.

În cadrul **Comitetul de studii pentru distribuția energiei electrice** reprezentantul RENEL (domnul **Aurelian Bucur**) — director FRE Slobozia)a participat la reuniunile de la Jerusalem, Paris (1992) și Luxemburg (1993). S-a participat la activ asigurarea datelor statistice, a informațiilor și notelor solicitate, precum și la prelucrarea și interpretarea rezultatelor activității grupelor de experți din cadrul acestui comitet.

Pe **grupe de experți** activitatea s-a desfășurat după cum urmează:

— În *grupa de experți DISAUT* s-au urmărit obiectivele: definirea cadrului funcțional pentru un sistem de alimentare și teleconducere a serviciilor către clienții casnici, bazat pe concontorizare electronică, sisteme de automatizări casnice, telecomunicații bidirecționale și tehnologia computerelor. Acest sistem va trebui să satisfacă majoritatea reglementărilor emise de distribuitorii europeni. În plus, se analizează mijloacele tehnice care pot fi folosite în acest sistem, alături de sistemele de comandă de la distanță, automatizare și teleconducere a rețelelor de distribuție. Avînd în

vedere complexitatea domeniului, se va elabora un prim studiu limitat, pentru care problemele s-au împărțit în trei categorii :

— coordonarea reglementărilor în vigoare în domeniul ;

— determinarea relațiilor între sistemele de automatizare și client ;

— arhitectura industrială a sistemelor de automatizări casnice și relațiile cu distribuitorii.

— *Grupul DISCAB* are următoarele obiective :

— compensarea statistică a defectelor în cabluri și accesorii de la 6 kV la 140 kV tensiune nominală ;

— recomandări pentru proiectarea, fabricarea și instalarea cablurilor ;

— criterii de determinare a duratei de funcționare ;

— standardizarea testelor de îmbătrînire a cablurilor ;

— influența configurației și a exploatării rețelei asupra ratei defectelor în cablu.

În acest domeniu statisticile sînt foarte complicate (fabricanți slabi, an de fabricație cu calitate inferioară, rezultate falsificate). De aceea s-a hotărît ca statisticile să cuprindă numai cabluri fabricate după 1978. În cazul defectelor în accesorii, rezultatele diferă puternic între țări. Impactul fabricării, exploatării și mai ales al pozării cablurilor asupra mediului fiind major se pune problema cablurilor din materiale reciclabile în multe țări membre. Deși se evită standardizarea forțată, cablurile „verzi" ar trebui să fie :

— fabricate cu consum redus de energie ;

— fabricate din materiale ieftine și reciclabile sută la sută ;

— să nu aibă pierderi ;

— să nu dăuneze mediului.

Testele pentru durata de viață a cablurilor au evoluat rapid în doi ani de zile. În prezent existînd 12 teste diferite.

— *Grupul DISGRAPH* — are ca obiectiv prelucrarea de date și informații grafice referitoare la rețelele de distribuție.

Temele principale analizate sînt :

— funcționarea în maniera conversațională ;

— nivel de calitate și acurateță al sistemului grafic ;

— integrarea în cadrul altor sisteme informatice și transferul de date ;

— formatul de bază al hărților, schimbarea scărilor.

— *Grupul DISNET* are următoarele obiective : investigarea practicilor folosite în diferite țări europene la proiectarea rețelelor de distribuție, configurații preferate, dimensionarea componentelor (de exemplu cabluri, transformatoare etc.).

Eșalonarea lucrărilor s-a făcut în trei etape :

— inventarierea metodelor de proiectare ;

— evaluarea și ierarhizarea lor ;

— sinteze și recomandări, concluzii.

Deși diferă la țările europene, configurația rețelei de distribuție are o caracteristică comună, și anume fiabilitatea mai ridicată a rețelelor urbane în cablu în comparație cu cele rurale în linii aeriene, precum și în funcție de nivelul de calitate solicitat.

În acest domeniu s-au realizat deja lucrări de către trei companii membre.

— *Grupul DISDIP* are ca principale obiective analiza statistică a variațiilor de tensiune și întreruperilor de scurtă durată pe bază de măsurători specifice, clasificarea lor și recomandări cu privire la modul de interpretare și tratare. Deoarece aceste elemente sînt de bază în stabilirea calității produsului electricitate livrat clienților, se impune definirea unui sistem de tratare a lor și a unui nivel maxim admis de realizat reglementat prin standarde.

Rezultatele preliminare au fost deja difuzate, iar analiza statistică continuă.

— *Grupul DISLIVE* are ca obiectiv : analiza metodelor de lucru sub tensiune și influența tehnico-economică a acestui mod de lucru în ansamblul sistemului de distribuție.

Situația diferită existentă în țările membre impune analizarea criteriilor de evaluare :

— aspecte tehnice (de exemplu tatarea neutrului) ;

— economic (mărimea investițiilor necesare) ;

— nivel de calitate al furnizorilor folosit.

— *Grupul DISTEN* are ca obiective : implementarea noului sistem de J.T. la 230/400 V în țările membre, metode de folosit, dificultăți, relații cu clienții și mass-media.

Nevoia de standardizare a receptorilor electrici, libera circulație a produsului electricitate ar impune standardizarea nivelurilor de tensiune folosite, a echipamentelor și instalațiilor electrice. Totuși există rețineri sau chiar opunere la această măsură.

În acest sens se anchetează membrii cu privire la situația existentă, posibilități de trecere la noile valori, consecințe posibile, cu rezultat în informări și recomandări. În cursul anului 1992 reprezentantul RENEL a elaborat informări și rapoarte privind :

— furtul de electricitate.

— căderile de tensiune și întreruperile de scurtă durată ;

— configurații în rețele de distribuție de M.T.

— metode de lucru sub tensiune.

De asemenea, s-au transmis datele specifice României cu privire la trecerea la tensiunea de 230/400 V.

Reprezentantul RENEL în **Comitetul de studii economice şi tarifare** (domnul **Dumitru Manea** — şef serviciu tarifare DSDE-RENEL a participat la reuniunea acestui comitet care a avut loc la Paris (1993), prezentînd politica preţurilor la energia electrică şi termică în România. Au fost transmise, de asemenea, datele necesare întocmirii anchetei privind preţul energiei electrice la 1.01.1992 şi la 1.01. 1993. S-au examinat rapoartele grupelor de experţi din cadrul comitetului :

Grupul TARREG : scopul acestui grup de experţi este de a examina reglementările existente în domeniul tarifelor în ţările membre ale UNIPEDE. Acest grup de experţi elaborează în prezent un raport cu privire atît la reglementările existente în ţările membre în ceea ce priveşte tarifele şi contractele de furnizare a energiei electrice, cît şi asupra diferitelor căi de a lua în considerare în tarife rambursarea capitalului investit şi taxele pentru protecţia mediului.

Grupul TARMETER: scopul grupului de experţi este de a analiza procedurile de citire şi facturare în ţările membre, evoluţia contoarelor electronice, precum şi a sistemelor de teletransmisie utilizate în activităţile de tarifare. Actualul raport la care lucrează acest grup de experţi se referă la perspectivele aplicării sistemelor de control, citire şi facturare, utilizînd sisteme de comunicare bidirecţională la distanţă cu clienţii. Faza preliminară a raportului acestui grup de experţi pune în evidenţă faptul că, în viitorul cît mai apropiat, contorul trebuie să devină un factor activ în sistem, el urmînd să ofere posibilitatea gestionării şi controlul consumatorului şi să reducă cît mai mult intervenţiile la client.

Grupul TARGEN: grupul are drept scop compararea metodologiilor existente în prezent în diferitele ţări membre ale UNIPEDE pentru stabilirea ponderii costurilor de producere şi a combustibilului în costurile totale.

Prima sinteză a activităţilor grupului va fi prezentată în luna septembrie 1993. S-a subliniat faptul că metoda utilizată în prezent pentru analiză este metoda costului mediu actualizat.

Grupul TARCOST : are ca obiect determinarea şi compararea ponderii diferitelor componente ale costului de livrare a energiei electrice în ţările membre ale UNIPEDE.

Modelul adoptat de grup utilizează metoda componentelor principale, o metodă statistică ce utilizează cel puţin două variabile care generează o a treia. În strînsă legătură cu primele două. Metoda a dat rezultate promiţătoare şi utile.

Grupul TAROPT: are ca obiect examinarea posibilităţilor de utilizare a planificării integrate a resurselor (IRP), precum şi a programelor de Demand Side Management (DSM), în strînsă legătură cu problemele tarifare. Grupul şi-a propus ca în prima etapă să elaboreze un raport sintetic privind cele două concepte, IRP şi DSM, raport care să fie difuzat la nivelul executivului din companiile de electricitate. În vederea sensibilizării acestora pentru aplicarea celor două concepte. În a doua etapă, grupul şi-a propus examinarea acţiunilor concrete de DSM şi prezentarea unor studii de caz din Europa, reprezentative pentru acest concept.

Grupa de lucru privind separarea contabilă a costurilor (Unbundling).

În iunie 1990 a fost publicată o Directivă a Comunităţii Economice Europene privind transparenţa costurilor şi care stabilea obligativitatea publicării preţului mediu de livrare a energiei electrice pentru 9 consumatori de referinţă (de la 30 kW la 10 MW), precum şi explicarea sistemului de preţuri utilizat pentru trei categorii de mari consumatori : 25, 50 şi 75 MW. În 1992, într-o propunere de Directivă se stabilea separarea contabilă a activităţilor de producere, transport şi distribuţie, scopul acesteia fiind de a proteja consumatorul, încercînd să se evite subvenţiile încrucişate, rezultate din alocarea incorectă sau voită a costurilor între diferitele activităţi (producere, transport, distribuţie) sau între diferitele categorii de consumatori (industriali, casnici). Grupul şi-a propus să studieze semnificaţia, obiectivele, importanţa şi problematica ce rezultă din aplicarea separării contabile a activităţilor în diferite companii de electricitate membre ale UNIPEDE.

Primele concluzii la care a ajuns această grupă de lucru sunt următoarele :

— transparenţa costurilor este insuficientă pentru a reduce subvenţiile încrucişate şi de multe ori este chiar incapabilă să le sublinieze ;

— separarea contabilă a activităţilor interesează mai mult pe marii consumatori decît companiile de electricitate ;

— nu se poate spune că impunînd această separare, Comunitatea Economică Europeană garantează libera concurenţă, care ar antrena o scădere a preţului de livrare a energiei electrice :

— în întreprinderile integrate pe verticală se pot utiliza în continuare metodele de contabilitate analitice, care pot conduce la rezultate asemănătoare, fără însă a perturba activitatea contabilă a acestora.

În cadrul **Comitetului de studii pentru managementul resurselor financiare,** reprezentantul RENEL (domnul **Constantin Badan** — director Divizia Finanţe Contabilitate) a participat la reuniunile de la Oslo, Cordoba (1992) şi Paris (1993).

Problemele discutate pe linia financiară prezintă deosebiri fundamentale în ceea ce privește planul de conturi, legislația fiscală, organizarea, conducerea evidențelor și raportările bilanțiere. Începînd cu 1.01.1994, aceste deosebiri fundamentale între sistemul de evidență și raportare practicat de RENEL și sistemul specific economiei de piață practicat de majoritatea țărilor membre ale comunității europene, vor dispărea, ca urmare a introducerii noului plan de conturi și a legislației în curs de promovare (taxa pe valoarea adăugată, legea amortizării, noul sistem de taxe și impozite etc.). În vederea facilitării cunoașterii sistemului de organizare și conducere a activității pe linia financiar-contabilă și pentru adoptarea cu mai multă ușurință a sistemului de evidențe RENEL la cerințele economiei de piață s-au stabilit contacte directe cu reprezentanții EdF și ENEL.

Comitetul de studii pentru managementul factorului uman (reprezentat RENEL domnul **Răzvan Purdilă** — director Divizia Management și Resurse Umane) s-a întrunit la Paris, Utrecht (1992) și Paris (1993).

În cadrul comitetului s-au examinat problemele legate de funcția și rolul resurselor umane în cadrul întreprinderilor de electricitate și mijloacele utilizate pentru motivarea personalului. S-a stabilit, de asemenea, modul de participare a unor conducători de întreprinderi din RENEL la Seminarul privind managementul strategic pe care UNIPEDE îl organizează de două ori pe an în Germania. Următoarea reuniune a acestui comitet va avea loc la București în perioada 8—10 septembrie 1993.

Comitetul specific pentru protecția mediului (reprezentant RENEL domnul **Ovidiu Țuțuianu** — șef compartiment ecologie din DSDE) s-a întrunit la Paris (1992 și 1993). Recunoscînd importanța protecției mediului înconjurător, UNIPEDE a adoptat o politică proiectată să armonizeze activitățile de producere, transport și distribuție a energiei electrice cu mediul, să minimizeze efectele negative asupra lui și să utilizeze eficient resursele naturale. Toate aceste principii au fost subliniate de UNIPEDE în declarația întocmită pentru întîlnirea la nivel înalt „Earth Summit", organizată de Conferința Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător și Dezvoltare (UNCED), care a avut loc la Rio de Janeiro în luna iunie 1992.

Reprezentantul RENEL a colaborat, de asemenea, la întocmirea sintezei „*Aspecte politice și economice ale transferului de tehnologie către țările Est-Europene în vederea reducerii poluării aerului în Europa și a încălzirii globale*", precum și la pregătirea materialelor pentru Conferința UNIPEDE ce va avea loc la Hamburg în septembrie 1993.

Comitetul de studii „Structura și organizarea sectorului electric" (reprezentat RENEL domnul **Ion Conecini** — director general DGTDEE) s-a întrunit la Paris, Roma (1992) și Dublin (1993). Efortul esențial a fost canalizat pentru elaborarea „Agendei referitoare la organizarea sectorului energetic din toate țările membre", document de o importanță deosebită pentru o mai bună cunoaștere a multor companii de electricitate din lume.

Comitetul de studii a întocmit patru lucrări prezentate la reuniunea comitetului director de la Venezia :

— „*Internaționalizarea și diversificarea activității companiilor de electricitate*" întocmită de delegații Franței, României, Irlandei, Suediei și Germaniei.

— „*Reglementări : Tranziția : întocmită de* delegații Belgiei, Luxemburgului, Ungariei, Marocului și Spaniei.

— „*Cum va evalua noțiunea de serviciu public*" întocmită de delegații Italiei, Marii Britanii, Finlandei, Cehiei și Slovaciei și Japoniei.

— „*Evoluția distribuției energiei electrice — problemele concesionării*", întocmită de delegații Elveției, Franței, Poloniei și Germaniei.

Prima conferință a corespondenților de statistică (doamna **Luminița Lupului** — șef serviciu în cadrul Direcției Operative — reprezentînd RENEL) a avut loc în perioada 12—13 noiembrie 1992 la Paris pentru aprobarea proiectului de corespondență a indicatorilor și terminologiei utilizate de UNIPEDE cu NACE (Nomenclatorul Statistic al Activităților Economice în Comunitatea Europeană).

În virtutea acestei clasificări s-au solicitat date privind producțiile de energie electrică, bilanțul de energie electrică, puterea maximă posibilă netă sau brută, repartiția pe categorii de consumatori a energiei electrice furnizate pentru consum și repartiția detaliată pe categorii de consumatori a consumului de energie electrică.

Corespondenții de comunicație s-au întrunit în primul forum al acestei rețele în luna septembrie 1992 la Sevilla.

O activitate deosebit de utilă a reprezentanților RENEL în cadrul UNIPEDE a constituit-o participarea la conferințele și congresele organizate de UNIPEDE, astfel :

— participare la cel de-al XXII-lea Congres al UNIPEDE — Copenhaga — iunie 1991 ;

— participare la cea de-a III-a Conferință de tarifare „*Tarife pentru o utilizare rațională și eficientă a energiei*", organizată în colaborare cu CEE—ONU la Lausanne în septembrie 1992. Cu această ocazie s-a prezentat raportul

„*Tarifele la energia electrică în țările cu economie în tranziție: situația actuală, reforme, domenii de cooperare*" (elaborator domnul **Laurențiu Sava** — șef serviciu în cadrul Inspecției Tehnice — Energetice — RENEL), lucrare bazată pe concluziile seminarului CEE—ONU privind tarifele la energia electrică ce a avut loc în România la Curtea de Argeș, în perioada 19—21 mai 1992;

— participare la conferința asupra dezvoltării și funcționării marilor rețele interconectate — Tunis — mai 1993, delegația RENEL prezentînd lucrarea „*Posibilitățile rețelei electrice românești de a participa la interconectarea europeană*" (autori doamna **Florentina Mihăilescu** — ISPE și domnul **Gheorghe Chiorean** — DEN);

— participarea la cea de-a X-a Conferință de Comunicații — Monte Carlo — iunie 1993, cu lucrarea — „*Transparența costurilor, mijloc de comunicare cu piața prin intermediul tarifelor*" (autor domnul **Dumitru Manea** — DSDE — RENEL) și la cea de-a doua ediție a festivalului filmului de electricitate organizat de UNIPEDE — CINEWATT '93.

În cadrul programelor de stimulare a managementului energiei UNIPEDE organizează în prezent cea de-a doua ediție a concursului internațional „η" (eta) sub deviza „*Electricitatea pentru eficiență și productivitate*", concurs dotat cu premii substanțiale și a cărui finală va avea loc în 1994 cu ocazia celui de-al XXIII-lea Congres al UNIPEDE.

RENEL, prin Inspecția Tehnică Energetică, a difuzat regulamentul acestui concurs atît pentru fazele preliminare, cît și pentru faza națională prin grupele zonale și filialele de rețele electrice, tuturor agenților economici. Concursul este în plină desfășurare pentru stabilirea celor doi cîștigători la nivel național, fiind sponsorizat de către RENEL.

4. Activități viitoare. Concluzii

În afară de participarea activă la toate comitetele de studii menționate, în prezent se pregătește participarea la principalele conferințe ale UNIPEDE, și anume:

— Conferința UNIPEDE/AIE — „*Producția de energie termică și mediul*" — care va avea loc la Hamburg în perioada 1—3 septembrie 1993 La această conferință RENEL va prezenta o. serie de rapoarte:

— „*Aspecte privind emisiile de CO_2 la producerea energiei electrice și termice în România*" (autori **Victor Vaida, Ovidu Tuțuianu și Maria Anghel** — RENEL).

— „*Aspecte privind abordarea problemelor de protecție a mediului în cursul activităților de retehnologizare a centralelor electrice din România*" (autori **Margarios Salgian și Gabriel Romașcu** — ISPE).

— „*Locul procedeelor de desulfurare cu ajutorul calcarului în strategia de protecție a mediului a RENEL*" (autori **Eleonora Ataman, Gabriel Poenaru** — ICEMENERG și **Nicolae Radu** — DSDE—RENEL).

— Cea de-a treia Conferință, „*Sisteme informatice în distribuția energiei electrice*" care va avea loc la Roma în perioada 6—8 octombrie 1993. Cu această ocazie va fi prezentată lucrarea „*Banca de date pentru sistemul energetic din România*", elaborată de **Magdalena Cuciureanu** — ICEMENERG.

— Cel de-al XXIII-lea Congres al UNIPEDE „*Energia pentru progres*", care va avea loc la Birmingham în perioada 19—24 iunie 1994.

— Cel de-al XXIV-lea Congres al UNIPEDE, care va avea loc la Montreux în perioada 18—23 mai 1997.

Participarea specialiștilor din RENEL la multiplele activități prezentate au permis stabilirea de contacte cu companii similare de electricitate, cu specialiști din aceste companii, precum și obținerea unui imens fond documentar ce poate fi consultat în cadrul bibliotecii organizate de către Secretariatul Comitetului Național pentru UNIPEDE la Divizia de Strategie și Dezvoltare Economică din RENEL.

UNIPEDE, unul din cele mai prestigioase organisme profesionale internaționale, întreține relații strînse de colaborare cu toate celelalte asociații sau organisme energetice regionale sau internaționale, cum ar fi: AESIAEP (Asia și Pacific), AUPTDE și COMELEC (Africa de Nord și Est), UPDEA (Africa), CIER (America de Sud), UCPTE, Nordel, EURELECTRIC etc.

INHALT

LEITARTIKEL 191—192

WÄRMEKRAFTWERKE

CONSTANTIN NEAGA, IONEL PÎŞA: Bildung von Stickstoffoxyd aus den Brennstoffen bei der Staubfeuerung 193—205

GABRIEL ROMAŞCU, DUMITRU DRĂGUŞIN: Bestimmung der Druckvariation in dem Sog der Versorgungspumpen bei der Turbinenauslosung 206—211

WASSERKRAFTWERKE

EUGEN CONSTANTIN GH. ISBĂŞOIU, SANDA CARMEN GEORGESCU: Beitrage zur Verbesserung des Kühlsystem bei Wasserkraftgeneratoren 212—213

WÄRMEVERSORGUNG

LAURENŢIU GHIOCA, LIVIA PANAIT, SILVIA PRESSEL, GABRIELA PRUTU: Technische und wirtschaftliche Bedingungen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Heiz — und Fernheizwerken im Rahmen der Rumänischen Elektrizitätsbehörde — RENEL 214—223

TECHNISCH — WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

DUMITRU CEZAR IONESCU: Sicherheit, Lebensdauer, Strategien zur Qualitätssicherung. (Bericht der IV. Abteilung bei der Nationalen Energiewirtschaftskonferenz, Neptun, 1992) 224—229

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

VICTOR VAIDA, DUMITRU MANEA: Die Aktivität der Rumänischen Elektrizitätsbehörde im Rahmen der UNIPEDE 230—238

CONTENTS

EDITORIAL 191—192

THERMAL POWER PLANTIS

CONSTANTIN NEAGA, IONEL PÎŞA: The combustible nitrogen monoxid formation within the powdered coal burning process 193—205

GABRIEL ROMAŞCU, DUMITRU DRĂGUŞIN: Determination of the pressure variation in the supply pump suction on turbine tripping 206—211

HYDROELECTRIC POWER PLANTS

EUGEN CONSTANTIN GH. ISBĂŞOIU, SANDA CARMEN GEORGESCU: Contributions to the improvement of the hydrogenerators cooling system 212—213

HEAT SUPPLY

LAURENŢIU GHIOCA, LIVIA PANAIT, SILVIA PRESSEL, GABRIELA PRUTU: Technical and economical conditions for the rehabilitation of several thermal power stations, distriat heating power stations, within RENEL(Romanian Electricity Authority) 214—223

EVENTS

DUMITRU CEZAR IONESCU: Safety, Reliability, Quality Assurance Strategies (the report of the 4th section to the National Energy Conference, Neptun, 1992) 224—229

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

VICTOR VAIDA, DUMITRU MANEA: RENEL (Romanian Electricity Authority) activity within UNIPEDE 230—238

SOMMAIRE

EDITORIAL

ENTRALES THERMIQUES 191—192

CONSTANTIN NEAGA, IONEL PÎŞA: La formation du monoxyde d'azote du combustible dans le processus de combustion du charbon pulverisé 193—205

GABRIEL ROMAŞCU, DUMITRU DRĂGUŞIN: La détermination de la variation de la pression dans l'aspiration des pompes d'alimentation au déclenchement de la turbine. 206—211

CENTRALES HYDRAULIQUES

EUGEN CONSTANTIN GH. ISBĂŞOIU, SANDA CARMEN GEORGESCU: Contribution a l'amélioration du système de refroidissement des hydrogénératrices 212—213

CHAUFFAGE URBAIN ET INDUSTRIEL

LAURENŢIU GHIOCA, LIVIA PANAIT, SILVIA PRESSEL, GABRIELA PRUTU: Les conditions techniques et économiques de la rentabilité des certaines centrales petites, thermiques et de chauffage urbain, en RENEL. 214—223

MANIFESTATIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

DUMITRU CEZAR IONESCU: Sureté, fiabilité, strategies d'assurence de la qualité (le rapport de la IV-tème Section a la Conference Nationale de l'Energie, Neptun, 1992) 224—229

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

VICTOR VAIDA, DUMITRU MANEA: L'Activité de la RENEL dans l'UNIPEDE 230—238

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 191—192

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

КОНСТАНТИН НЕАГА, ИОНЕЛ ПЫША: Образование окиси углерода в процессе схигания пылевидного угля 193—205

ГАБРИЕЛ РОМАШКУ, ДУМИТРУ ДРАГУШИН: Определение изменения давления на всасо питательных насосов при включении турбния 206—211

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ЕУДЖЕН КОНСТАНТИН, ГЕОРГЕ ИСБЭШОЮ САНДА КАРМЕН ДЖЕОРДЖЕСКУ: Бклад в улучшение охлаждающей системы гидрогенераторов 212—213

ТЕПБОСНАБЖЕНИЕ

ЛАУРИНЦЮ ГИОКА, ЛИННЯ ПАНАИТ, СИЛВИЯ ПРЕССЕЛ, ГАБРИЕЛА ПРУТУ: Экономические и технические условия по реконструкции небольних ТЭС иТЭЦ РЕНЭЛА 214—223

НАУЧНО—ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ДУМИТРУ ЧЕЗАР ИОНЕСКУ: Устойчивлсть, надежность. стратегия обеспечения качеством (отчет IУ-ой секции Национальной Конференции по Энергетике, Нептун, 1992 г.) 224—229

DE REBUS ET DE INSTITUTIONIS

ВИКТОР ВАИДА, ДУМИТРУ МАНЕА: Деятельность РЕНЭЛа в рамках УНИПЕДЕ 230—238

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONTI ÉS KÖNYVTÁR 1883

Energomontaj S.A. Company

SEM

BUCHAREST - ROMANIA

ENERGOMONTAJ S.A. COMPANY performes erection, commissioning, repair and intervention works for:

- heavy, middle small weight metallic structures;
- boiling systems of high and very high pressure and temperature;
- hydromechanical equipments;
- steam, gas and hydraulic turbines;
- rotary aggregates having temperature and pressure high parameters for fluids drawing;
- pipe systems for liquids circulation, with pressure up to 20 MPs and temperature up to 570°C;
- liquid and solid fuel farm;
- low, mean and high voltage electric installations;
- instrumentation.

SEM

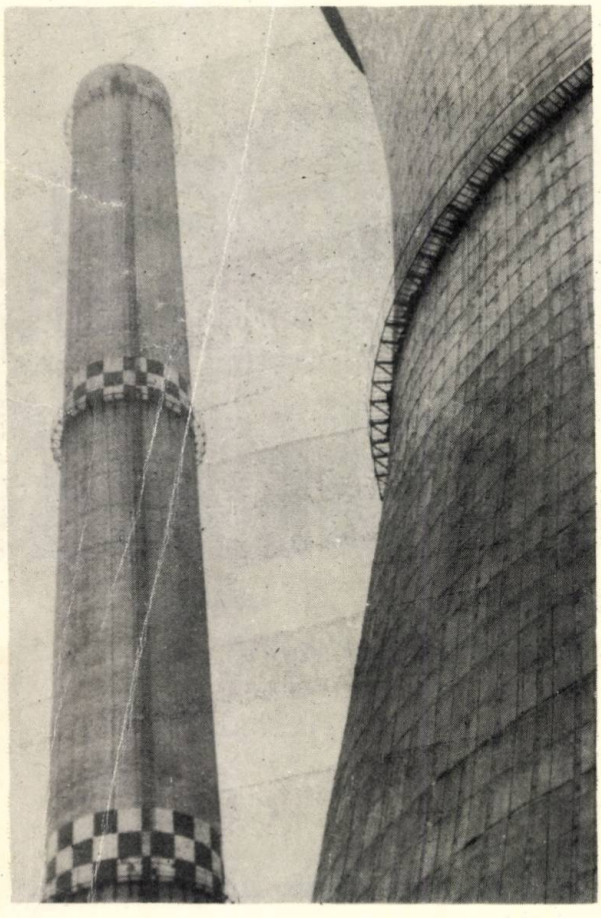
Energomontaj S.A. Company

71223 Calea Dorobanţilor 103-105 O.P. 63
BUCUREŞTI · ROMÂNIA

Tel: 6797020 Telex: 11335 Fax: (400) 3129766

ENERGOCONSTRUCŢIA S. A.
71322 Bucureşti România
Cal. Dorobanţilor nr. 103 sector 1
Tel.:79.60.20. ; Telex:10179 ; Fax:79.68.25.

ENERGOCONSTRUCŢIA S.A.



ENERGOCONSTRUCŢIA S. A. — dispune de un important potenţial bine pregătit pentru variate specialităţi, cu o bogată experienţă şi, posedînd mijloace tehnice adecvate, poate stabili diferite forme de colaborare pentru realizarea de obiective de investiţii, modernizări, reparaţii, proiectare, expertizări şi alte activităţi din domeniul construcţiilor.

Execută lucrări privind :

- **clădiri civile şi industriale**
- **amenajări terasiere de mare complexitate**
- **prospectări şi amenajări de cariere şi balastiere**
- **structuri de rezistenţă în toate variantele constructive uzuale, pentru construcţii, atît industriale, cît şi civile (beton armat monolit, prefabricat, metal, structuri mixte etc.)**
- **construcţii speciale înalte din beton armat (coşuri de fum, turnuri de răcire, clădiri turn etc.)**
- **lucrări hidrotehnice-baraje, regularizări, staţii pompe, microhidrocentrale, aducţiuni şi diverse lucrări pentru circuitele hidrotehnice ale termocentralelor, alimentări cu apă**
- **staţii, depouri, galerii pentru metrou**
- **izolaţii termice, hidrofuge anticorosive**

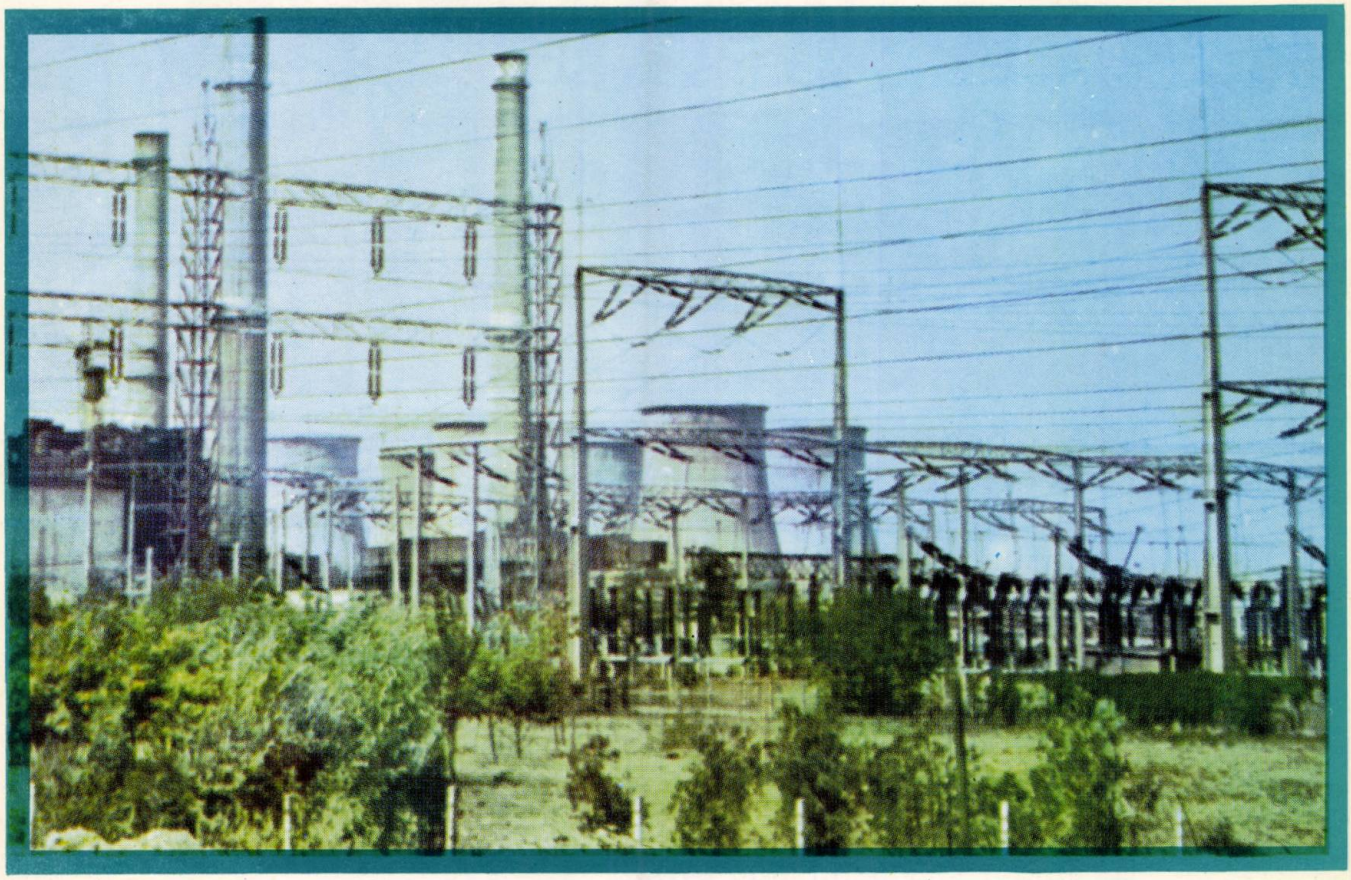
1994 AUG 05

E2039

ANUL
41

energetica

seria A
seria B



6

noiembrie–decembrie 1993

Energomontaj S.A. Company

SEM

BUCHAREST - ROMANIA

ENERGOMONTAJ S.A. COMPANY performes erection, commissioning, repair and intervention works for:

- heavy, middle small weight metallic structures;
- boiling systems of high and very high pressure and temperature;
- hydromechanical equipments;
- steam, gas and hydraulic turbines;
- rotary aggregates having temperature and pressure high parameters for fluids drawing;
- pipe systems for liquids circulation, with pressure up to 20 MPs and temperature up to 570°C;
- liquid and solid fuel farm;
- low, mean and high voltage electric installations;
- instrumentation.

SEM

Energomontaj S.A. Company

71223 Calea Dorobanţilor 103-105 O.P. 63
BUCUREŞTI · ROMÂNIA

Tel: 6797020 Telex: 11335 Fax: (400) 3129766

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ORSZÁGOS KÖZPONTI MÚZEUMI 1883

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 41 NR. 6, SERIA A—B NOIEMBRIE—DECEMBRIE

ISSN 1220 – 5133
1220 – 5141

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu
— Diaru pentru vulgarizarea științeloru naturale și fizice (1870—1882);
— Buletinul Societății Politehnice (1887—1944);
— Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România — AGIR (1919—1946);
— Energia, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);
— Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică—APDE (1932—1944);
— Buletinul Institutului Român de Energie—IRE (1933—1944).

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.
Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

Revista apare alternativ în două serii:
— seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;
— seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție a energiei electrice, sisteme electromagnetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an.

CUPRINS

CONDUCEREA ȘI AUTOMATICA SISTEMULUI ELECTROENERGETIC
ALAIN GERMOND: Rețele de neuroni artificiali pentru rețelele electrice (Reseaux de neurones artificiels pour les reseaux electriques) 4—15
ORIENTĂRI IN ENERGETICĂ
AURELIU LECA: Strategii posibile în energetica românească 16—21
ANCA POPESCU, FLOAREA BREAZU, ANTON VLĂDESCU, EMIL POP, CHIRICHIȚA CHIRILĂ: Strategia acoperirii consumului de energie electrică și termică în perspectivă corelat cu resursele energetice ale României 22—27
AURELIU LECA, GHEORGHE INDRE, PETRU IFTIMIE: Eficiența energetică, obiectiv prioritar al producătorilor și consumatorilor de energie 28—37
GLEB DRĂGAN: Considerații asupra funcționării și conducerii unui sistem energetic 38—41
CENTRALE TERMOELECTRICE
NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU: Posibilități de folosire a huilei energetice drept combustibil de completare în Sistemul Energetic Național (SEN) 42—49
ION SOTIR DUMITRESCU, VICTOR ATHANASOVICI: Analiza eficienței termodinamice a termoficării cu ajutorul metodei „ciclurilor echivalente Carnot" 50—60
REȚELE ELECTRICE
DUMITRU MANEA: Politica tarifară în România 61—71
AMVROZIE ITOAFĂ, MIHAELA DINCĂ PANAITESCU, ANA MARIE PETRESCU, FLORENTINA MIHĂILESCU, RODICA BLAHOIANU: Aspecte actuale în activitatea de planificare a rețelelor electrice 72—75
PROTECȚIA MEDIULUI
IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU: Eliminarea/reducerea NO_x în gazele de ardere folosind procedeul „Selective Non Catalytic Reduction" — SNCR cu injecție cu uree 76—80
RECENZIE
EUGENIU PAVEL: Starea națiunilor 81—88
MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE
* * * Aniversarea revistei ENERGETICA 88—92
GLEB DRĂGAN, COSTIN RUCĂREANU: Congresul al XVIII-lea al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte 93—94
OVIDIU ȚUȚUIANU: Preocupări în unele țări din Asia privind utilizarea cenușilor de termocentrală. Concluziile mesei rotunde cu tema „Valorificarea cenușilor de termocentrală", România 94—99
OPINII
EUGENIU PAVEL: Pentru un Muzeu Tehnic Național 21, 37
DIN ENERGETICA MONDIALĂ 75
DE PERSONIS
* * * Prof. dr. ing. Alexandru Poeată a împlinit 70 de ani 99—100
PAUL CARTIANU: Nicolae Caranfil — 100 de ani de la naștere 101—102
CUPRINSUL GENERAL AL REVISTEI ENERGETICA, SERIILE A ȘI B, PE ANUL 1993 103—105
INDEX ALFABETIC AL AUTORILOR ARTICOLELOR PUBLICATE IN REVISTA ENERGETICA, SERIILE A ȘI B, PE ANUL 1993 105—106

Our review publishes ADVERTSMENTS for your
PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: 322.06.92; 321.69.66/251
Fax: 004003129315
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE: dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct; ing. Nicolae NICULESCU — secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA — director Editura Tehnică

MEMBRI: prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Iuliu BLECHTAL; ing. Paul CARTIANU; chim. Mihai CHIRICA; ing. Mircea CÂRDU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing. Mario DUMA; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing. Laurenţiu GOIA; dr. ing. Dan GOLICIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; dr. ing. Gheorghe LUCA; chim. Maria MAFTEI; dr. ing. George MANOLESCU; ing. Alex. MIHĂILĂ; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU; prof. dr. ing. Viorel NEGRU; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Corneliu PÎSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU; ing. Margarios SALGIAN; ing. Anton VLĂDESCU; ing. Gheorghe VOICU; ing. Dinu VOINEA

REDACTOR: Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sect. 3, CP 79619
Bucureşti
Telefon: 322 06 92; 321 69 66/251
Telex: 10783; Fax: 004003129315

S.C. UNIVERSUL S.A. c. 3940

La mulți ani!

tuturor abonaților, colaboratorilor

și cititorilor revistei ENERGETICA

Biroul de Redacție a hotărît ca numerele 6A și 6B ale revistei ENERGETICA să apară într-un singur volum, dat fiind că subiectele tratate prezintă interes pentru toți energeticienii, indiferent de specialitatea lor.

Am solicitat domnului prof. Alain Germond de la Școala Politehnică (Elveția), specialist în probleme de sisteme electroenergetice, care în ultimul timp a avut preocupări deosebite în aplicațiile inteligenței artificiale (este chiar șeful grupei de Sisteme Expert grupa 36 de la CIGRE) un articol legat de problemele inteligenței artificiale, pe care să-l publicăm în revista noastră.

D-sa ne-a oferit, și noi am acceptat, titlul: Reseaux de neurones artificiels pour les reseaux electriques, un subiect de interes general, care este bine să fie cunoscut de toți specialiștii energeticieni.

O grupă importantă de subiecte se referă la problemele de strategii în energetică, bineînțeles cu accent asupra aspectelor energeticii românești.

Pentru specialiștii abonați la o singură serie, redacția revistei oferă numărul dublu, fără nici o obligație din partea acestora, cu speranța că aceasta este în folosul informării corpului nostru de experți.

REDACȚIA

Reţele de neuroni artificiali pentru reţelele electrice

După o scurtă trecere în revistă a modelelor de reţele neuronale şi a primelor lucrări privind aplicarea acestora la soluţionarea problemelor reţelelor electrice, se tratează două exemple şi anume o aplicaţie a reţelei autoorganizatoare a lui Kohonen la evaluarea securităţii unei reţele electrice în regim staţionar, precum şi la previziunea pe termen scurt a sarcinii unei reţele electrice.

În concluzie sînt examinate perspectivele introducerii acestora în industrie.

Réseaux de neurones artificiels pour les réseaux électriques

After a brief review of neural network models and references to early work on the application of neural networks to power system problems, the paper discusses the application of Kohonen's self-organizing feature map to power system static security assessment and to short-term forecasting of peak electrical load.

Finally, the perspective of industrial implementation is discussed.

Prof. ALAIN GERMOND
Laboratorul de reţele electrice
Şcoala Politehnică Federală din Lausanne (Elveţia)

Laboratoire de réseaux d'énergie électrique, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH-1015 Lausanne — Suisse)

Descriptori: neuroni artificiali, reţele electrice, inteligenţă artificială

1. Pentru ce este nevoie de reţele neuronale în reţelele electrice?

Prelucrarea informaţiei în *timp real* joacă un rol important în luarea deciziei privind conducerea reţelelor electrice. De mai mulţi ani se utilizează cu succes tehnici de simulare numerică şi de optimizare pentru rezolvarea unor probleme în timp real [1]. De exemplu, pentru o reţea electrică cu o configuraţie avînd sarcini şi injecţii de putere date, timpul de calcul este de ordinul unei secunde pentru o staţie de lucru uzuală.

Totodată, există unele *probleme de natură combinatorie*, de exemplu analiza siguranţei, unde este necesar să se determine cazurile sarcinilor cu configuraţii ale reţelei, care reprezintă stări inadmisibile (linii supraîncărcate, tensiuni peste limită). Este evident exclus să se simuleze sistematic toate configuraţiile posibile.

1. Pourquoi a-t-on besoin des réseaux neuronaux dans les réseaux électriques?

Le traitement de l'information en *temps réel* joue un rôle important dans l'aide à la décision pour la conduite des réseaux électriques. Des techniques de simulation numérique et d'optimisation sont utilisées avec succès depuis des années pour résoudre certains problèmes en temps réel [1]. Par exemple, le calcul de l'état d'un réseau électrique pour une configuration et un cas de charges et de productions donnée est de l'ordre de la seconde sur une station de travail.

Cependant, il existe des *problèmes de nature combinatoire*, dont l'analyse de sécurité est un bon exemple, où il s'agit de déterminer quels cas de charges, associés avec quelles configurations du réseau, représentent un état inadmissible (lignes surchargées, tensions hors des limites). Il est manifestement exclu de simu-

Pe de altă parte, rețelele electrice sînt sisteme foarte mari, supravegheate de oameni, care au nevoie de informații sintetice asupra evenimentelor care se desfășoară în sistem. Informația produsă prin metode de analiză convențională este cel mai adesea supraabundentă și dificil de interpretat.

Aplicarea unor tehnici de recunoaștere a formelor la analiza securității a fost studiată în 1974 [2], dar puterea de calcul disponibilă din acea vreme nu permitea să se prevadă utilizarea în timp real.

De circa zece ani, cercetătorii s-au preocupat de tehnicile inteligenței artificiale, în special de sisteme expert, pentru abordarea unor probleme cum ar fi tratarea alarmelor, restabilirea rețelelor după o avarie și analiza siguranței. O publicație recentă prezintă unele rezultate obținute în acest domeniu [3].

Efortul de calcul pentru tratarea acestor probleme în timp real printr-o metodă euristică rămîne, în orice caz, considerabil. De aceea utilizarea unor procesoare specializate, realizarea materială a unor modele de rețele de neuroni artificiali pare să constituie o abordare promițătoare pentru a se trata acest gen de probleme, permițînd o instruire off-line și o exploatare în timp real foarte rapidă.

Încă din anul 1975 s-a efectuat o lucrare privind prognoza sarcinii unei rețele electrice [4], prin *instruire nesupervizată* *, apoi au existat unele lucrări de pionierat [5, 6] privind memoriile asociative pentru problema analizei siguranței.

Încă din 1989 a apărut o serie de articole privind aplicarea rețelelor de neuroni cu *instruire supervizată* pentru analiza siguranței statice [7] și dinamice [8]**, tratarea alarmelor [9], optimizarea, controlul și diagnoza defectelor.

S-a propus aplicarea rețelelor de neuroni cu *instruire nesupervizată* la diagnoza transformatoarelor [10], la analiza siguranței statice [11, 12] și dinamice [13] și la prognoza sarcinii pe termen scurt [14].

Tehnicile propuse în aceste articole au fost evaluate prin simulări numerice pe rețele electrice de mici dimensiuni (circa zece noduri) dar, după cunoștința noastră, nici una din aceste aplicații nu a fost încă introdusă într-o rețea în timp real.

În anul 1991 o primă conferință a fost în întregime consacrată aplicării rețelelor neuronale la rețelele electrice.

S-a format o serie de grupe de lucru ale societăților IEEE Power Engineering Society și International Neural Network Society (INNS), privind aplicațiile rețelelor neuronale la rețelele electrice. Conferința Internațională a Marilor

ler systématiquement toutes les configurations possibles.

D'autre part, les réseaux électriques sont de très grands systèmes, surveillés par des êtres humains qui ont besoin d'une information synthétique sur les événements qui se déroulent dans le système. L'information produite par des méthodes d'analyse conventionnelles est bien souvent surabondante et difficile à interpréter.

L'application de techniques de reconnaissance de formes à l'analyse de sécurité a été étudiée en 1974 [2], mais la puissance de calcul disponible à l'époque ne permettait pas d'en envisager l'emploi en temps réel.

Depuis une dizaine d'années, les chercheurs se sont intéressés aux techniques de l'intelligence artificielle, en particulier aux systèmes experts, pour traiter des problèmes comme le traitement des alarmes, la reconstruction des réseaux après une défaillance, et l'analyse de sécurité. Une publication récente fait état des résultats obtenus dans ce domaine [3].

L'effort de calcul pour traiter ces problèmes en temps réel par une méthode heuristique reste de toutes manières considérable. C'est pourquoi l'emploi de processeurs spécialisés, réalisation matérielle de modèles de réseaux de neurones artificiels, semble une approche prometteuse pour traiter ce genre de problème, en permettant de faire un apprentissage off-line, et une exploitation en temps réel, très rapide.

On trouve en 1975 déjà un travail sur la prévision de charge d'un réseau électrique [4] par *l'apprentissage non supervisé*, puis quelques travaux de pionniers [5, 6] sur les mémoires associatives pour le problème de l'analyse de sécurité.

Dès 1989 ont paru des articles sur l'application des réseaux de neurones à *apprentissage supervisé* pour l'analyse de sécurité statique [7] et dynamique [8], le traitement des alarmes [9], l'optimisation, le contrôle et le diagnostic de défauts.

L'application de *l'apprentissage non supervisé* au diagnostic des transformateurs [10], à l'analyse de sécurité statique [11, 12] et dynamique [13] et à la prévision de charge à court terme [14] a été proposée.

Les techniques proposées dans ces articles ont été évaluées par des simulations numériques sur des réseaux électriques de faible dimension (une dizaine de noeuds), et à notre connaissance aucune de ces applications n'est encore installée dans un réseau en temps réel.

En 1991, un première conférence a été consacrée entièrement à l'application des réseaux de neurones aux réseaux électriques [15].

---

* termen echivalent de autoinstruire

** dat fiind că în limba română nu sînt uzuali termenii de „siguranță statică" și respectiv „dinamică", terminologia este supusă discuțiilor.

Sisteme Electroenergetice (CIGRE) a creat în anul 1992 grupul de acţiune 38.06.06 privind aplicaţiile reţelelor de neuroni la sistemele electroenergetice.

2. Modelele de reţele neuronale

Un neuron artificial este un procesor elementar care realizează o operaţie neliniară foarte simplă pe o mărime de intrare pentru a produce o mărime de ieşire.

Mărimea de intrare este ea însăşi o sumă de variabile x_j ponderate prin factori w_{ij} pe care îi numim *ponderi sinaptice*. Funcţia este, de exemplu, de tip treaptă sau sigmoidă.

Acest neuron, împreună cu intrările, conexiunile şi ieşirea sa s_i, este reprezentat în figura 1.

Des groupes de travail de l'IEEE Power Engineering Society et de l'International Neural Network Society (INNS) sur les applications des réseaux de neurones aux réseaux électriques se sont formés. La Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE) a créé en 1992 le groupe d'action 38.06.06 sur les applications des réseaux de neurones aux réseaux électriques.

2. Les modèles de réseaux neuronaux [16]

Un neurone artificiel est un processeur élémentaire qui réalise une opération non linéaire très simple sur une grandeur d'entrée pour produire une grandeur de sortie.

La grandeur d'entrée elle-même est une somme de variables x_j pondérées par des facteurs w_{ij} que l'on appele *poids synaptiques*. La fonction est par exemple le calcul d'un seuil, ou la fonction sigmoïde.

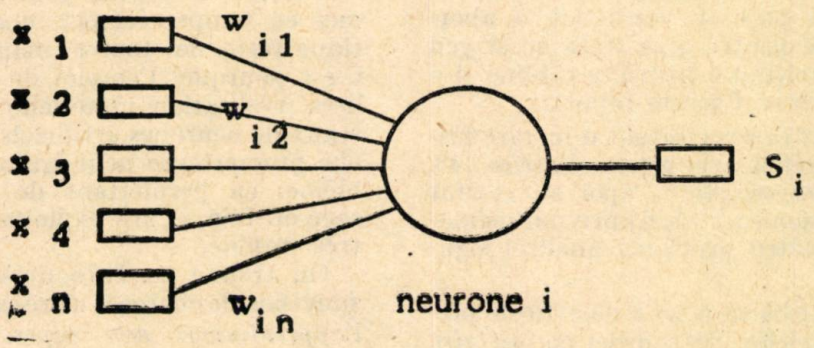


Fig. 1. Reprezentarea unui neuron : X_j — componenta j a unui vector de intrare : W_{ij} — ponderea sinaptică ij ; $X = \{X_1, \ldots, X_n\}$ — vector de intrare : $W = \{W_{i1}, \ldots, W_{in}\}$ — vector de ponderi ; S_i — ieşirea neuronului i.

Représentation d'un neurone : X_j : composante j d'un vecteur d'entrée ; W_{ij} : poids synaptique ij ; $X = \{X_1, \ldots, X_n\}$: vecteur d'entrée ; $W = \{W_{i1}, \ldots, W_{in}\}$: vecteur poids ; S_i : sortie du neurone i.

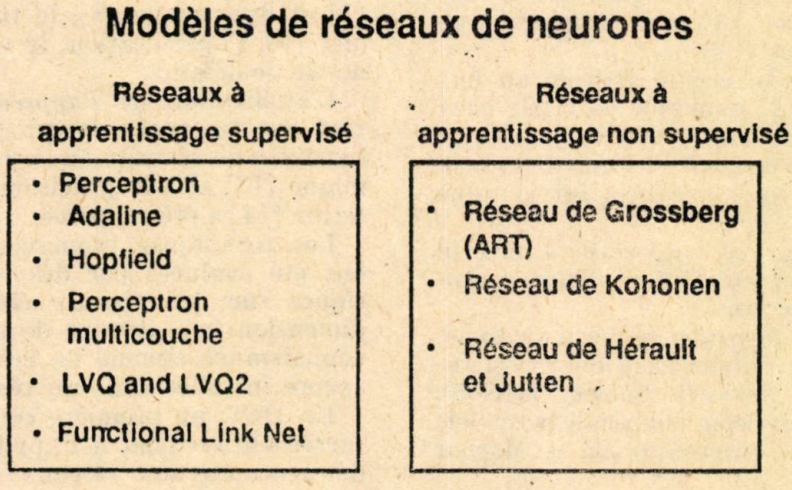


Fig. 2. Taxonomia reţelelor neuronale.
Taxonomie des réseaux de neurones.

Se construiesc rețele neuronale prin legarea neuronilor elementari în așa fel încît intrările unui neuron elementar reprezintă ieșirile altor neuroni. Unele din aceste intrări sînt variabile exterioare, care formează *vectorul de intrare* al rețelei neuronale. Una sau mai multe ieșiri formează un *vector de ieșire*, care dă rezultatul calculului făcut prin această rețea neuronală.

S-a definit un anumit număr de arhitecturi de rețele neuronale. Mecanismul de instruire într-o rețea de neuroni constă în adaptarea ponderilor sinaptice ale acestei rețele, conform unei reguli bine stabilite. Figura 2 prezintă principalele modele de rețele neuronale, clasificate după tipul de structurare [17].

În cazul *instruirii supervizate* sînt prezentate exemple de perechi de vectori de intrare și vectori de ieșire. Se adaptează ponderile sinaptice astfel încît rețeaua de neuroni calculează ieșirea cea bună atunci cînd i se prezintă o intrare care face parte din ansamblul vectorilor de intrare utilizați pentru instruire. Matematic acest lucru înseamnă minimizarea unei erori care este funcție de ponderi.

O proprietate foarte interesantă a rețelelor de neuroni este capacitatea acestora de *generalizare*. În cazul unei rețele cu instruire supervizată, rețeaua este capabilă să calculeze o ieșire corectă atunci cînd i se prezintă o intrare care nu făcea parte din ansamblul utilizat pentru instruire.

La *instruirea nesupervizată*, nu se impune o ieșire anume, ci se permite ponderilor sinaptice să se organizeze astfel încît acestea să reproducă similitudinile care pot exista între vectorii de intrare.

Se mai întîlnește și proprietatea de generalizare în rețelele cu structurare nesupervizată.

2.1. Perceptronul multistrat

Figura 3 reprezintă un perceptron multistrat, cu un strat de intrare de dimensiunea 6, un strat intermediar cu patru neuroni și un strat de ieșire cu doi neuroni.

Ce neurone, avec ses entrées, ses connexions, et sa sortie s_i est représenté à la figure 1.

On construit des réseaux neuronaux en reliant des neurones élémentaires, de telle sorte que les entrées de chaque neurone élémentaire sont les sorties d'autres neurones. Certaines de ces entrées sont des variables extérieures, qui forment le *vecteur d'entrée* du réseau neuronal. Une ou plusieurs sorties forment un *vecteur de sortie*, qui donne le résultat du calcul fait par ce réseau neuronal.

Un certain nombre d'architectures de réseaux de neurones ont été définis. L'apprentissage dans un réseau de neurones consiste à adapter les poids synaptiques de ce réseau selon une règle définie. La figure 2 représente les principaux modèles de réseaux de neurones, classifiés selon le type d'apprentissage [17].

Dans *l'apprentissage supervisé*, on présente des exemples de paires de vecteur d'entrée et vecteur de sortie. On adapte les poids synaptiques de manière à ce que le réseau de neurones calcule la bonne sortie lorsque'on lui présente une entrée qui fait partie de l'ensemble des vecteurs d'entrée utilisés pour l'apprentissage. Mathématiquement, cela revient à minimiser une erreur qui est fonction des poids.

Une propriété très intéressante des réseaux de neurones est leur capacité de *généralisation*. Dans le cas d'un réseau à apprentissage supervisé, le réseau est capable de calculer une sortie correcte lorsqu'on lui présente une entrée qui ne faisait pas partie de l'esemble utilisé pour l'apprentissage.

Dans *l'apprentissage non supervisé*, on n'impose pas de sortie désirée, mais on laisse les poids synaptiques s'organiser, de telle sorte qu'ils reproduisent les similarités qui peuvent exister entre les vecteurs d'entrée.

On recontre également la propriété de généralisation dans les réseaux à apprentissage non supervisé.

2.1. Le perceptron multicouche

La figure 3 représente un perceptron multicouches avec une couche d'entrée de dimension 6, une couche intermédiaire à 4 neurones, et

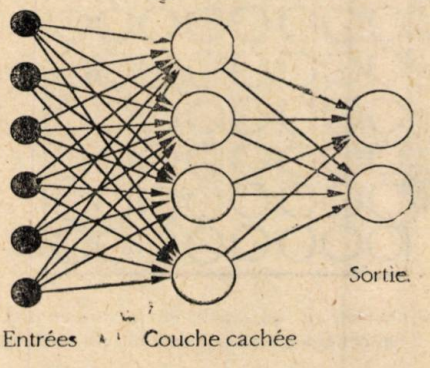


Fig. 3. Perceptronul multistrat.
Le perceptron multicouche

Algoritmul de retropropagare permite calcularea numerică a derivatelor parţiale ale erorii în raport cu ponderile sinaptice şi minimizarea acestei erori printr-o metodă de gradient.

Reţelele neuronale cu *instruire supervizată* sînt mai familiare inginerilor energeticieni, iar marea majoritate a aplicaţiilor reţelelor neuronale la problemele reţelelor electrice utilizează perceptronul multistrat.

2.2. Reţeaua lui Kohonen

Reţeaua lui Kohonen [18] este o reţea de neuroni cu *instruire nesupervizată*, care formează, de exemplu, o plasă pătrată într-un spaţiu cu două dimensiuni. Fiecare neuron este conectat la vecinii săi, conform unei reguli de vecinătate prestabilite; de exemplu, se va defini că cei opt vecini imediaţi ai unui neuron sînt vecinii săi de prim ordin, iar vecinii vecinilor sînt vecini de ordinul al doilea (cu excepţia celor care sînt deja vecini primi) etc. Vectorii de intrare sînt de dimensiunea N.

Figura 4 reprezintă o reţea Kohonen cu două dimensiuni, de mărime 8×8, cu o intrare cu 6 dimensiuni. Fiecare componentă a vectorului de intrare este conectată la fiecare neuron individual din reţeaua Kohonen. În figura 4 sînt prezentate numai conexiunile cu prima coloană.

Există, astfel, o conexiune între fiecare neuron i din reţeaua Kohonen (se mai numeşte şi harta lui Kohonen), iar fiecare componentă a vectorului de intrare are N dimensiuni. Ponderile acestor conexiuni formează un vector de pondere w_i, de dimensiune N pentru fiecare neuron i.

Vectorii de pondere w_i sînt iniţializaţi cu variabile aleatorii. La fiecare pas de instruire se scoate un vector de intrare $x(k)$ din ansamblul de instruire. Distanţa euclidiană între vectorul de intrare şi fiecare vector de pondere se calculează, iar vectorul de pondere w_c cel

une couche de sortie à 2 neurones. L'algorithme de rétro-propagation permet de calculer numériquement les dérivées partielles de l'erreur par rapport aux poids synaptiques, et de minimiser cette erreur par une méthode de gradient.

Les réseaux de neurones à *appretissage supervisé* sont les plus familiers pour les ingénieurs électriciens, et la grande majorité des applications de réseaux neuronaux aux problèmes des réseaux électriques utilisent le perceptron multicouche.

2.2. Le réseau de Kohonen

Le réseau de Kohonen [18], *à appretissage non supervisé*, est un réseau de neurones formant par exemple un maillage carré dans l'espace à deux dimensions. Chaque neurone est connecté à ses voisins, selon une règle définie de voisinage — par exemple on définira que les 8 voisins immédiats d'un neurone sont ses voisins de premier ordre, que les voisins des voisins sont des voisins de deuxième ordre (à l'exception de ceux qui sont déjà premiers voinsins) etc. Les vecteurs d'entrée sont de dimension N.

La figure 4 représente un réseau de Kohonen à 2 dimensions, de taille 8×8, avec une entrée à 6 dimensions. Chaque composante du vecteur d'entrée est connectée à chaque neurone individuel du réseau de Kohonen. Seules les connexions avec la première colonne sont représentées sur la figure 4.

Il existe ainsi une connexion entre chaque neurone i du réseau de Kohonen (on dit aussi carte de Kohonen) et chaque composante du vecteur d'entrée à N dimensions. Les poids de ces connexions forment un vecteur de poids w_i de dimension N pour chaque neurone i.

Les vecteurs de poids w_i sont initialisés avec des variables aléatoires. A chaque pas d'apprentissage, on tire un vecteur d'entrée $x(k)$ de l'ensemble d'apprentissage. La distance Eucli-

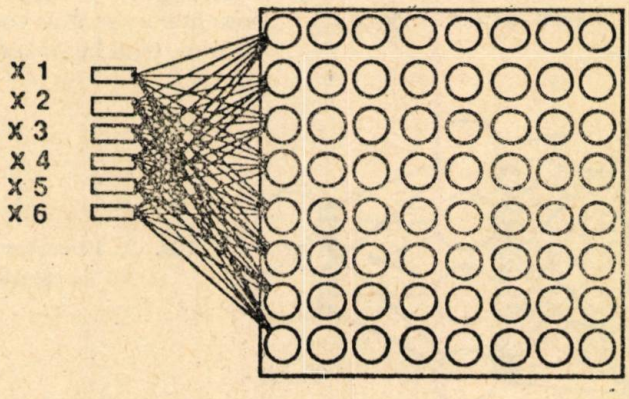


Fig. 4. Reţeaua Kohonen cu 8×8 neuroni cu un spaţiu de intrare cu 6 dimensiuni.
Réseau de Kohonen de 8×8 neurones avec un espace d'entrée à 6 dimensions.

mai apropiat de $x(k)$ este denumit „învingător". Componentele vectorilor w_j sînt atunci adaptate după următoarea regulă :

$$w_j(k+1) = w_j(k) + \alpha(c, k) * (x(k) - w_j(k)),$$

unde $0 < \alpha\ (c,\ k) < 1$ este coeficientul de structurare.

Se definește un coeficient a care descrește în funcție de ordinul de apropiere în raport cu neuronul învingător c și de numărul de pași de structurare executați.

Se observă că după cîteva mii de pași de structurare, rețeaua este *organizată*. Se spune că vectorii de intrare cu N dimensiuni au fost proiectați în spațiul cu două dimensiuni de pe harta lui Kohonen.

Figura 5 reprezintă organizarea vectorilor ponderi cu șase dimensiuni memorate în neuronii unei rețele Kohonen de dimensiunea 8×8.

Să admitem că, în acest exemplu, cele șase componente ale fiecărui vector de intrare reprezintă amplitudinile unei funcții cu șase momente consecutive : vectorii de ponderi memorați în rețeaua Kohonen reprezintă prototipuri ale vectorilor de intrare.

Vectorii de ponderi reprezentați în figura 5 sînt organizați, lucru ce se poate constata, în acest exemplu, observînd amplitudinile unei componente specifice, de pildă componenta nr. 0, reprezentată în figura 6. Suprafața pătratelor negre din această figură este proporțională cu amplitudinea componentelor corespunzătoare vectorilor ponderi.

3. Exemple

3.1. Clasificarea nesupervizată a stărilor unei rețele electrice pentru analiza securității

Cercetare realizată de doamna DAGMAR NIEBUR Laboratorul de rețele electrice, EPEL împreună cu Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

Cercetările dezvoltate în laboratorul de rețele electrice de la Școala Politehnică Federală din Laussanne privind aplicațiile rețelelor de neuroni artificiali la analiza siguranței rețelelor electroenergetice sînt concentrate asupra *instruirii nesupervizate*, în special cu ajutorul rețelei Kohonen.

Clasificatorul lui Kohonen proiectează vectorii dintr-un spațiu de intrare cu N dimensiuni pe o rețea cu două dimensiuni, păstrînd ordinea topologică a vectorilor de intrare, care în general nu se cunoaște a priori.

Punctul de funcționare a unei rețele electrice este descris ca un vector de N dimensiuni de măsuri de puteri active și reactive. Rețeaua Kohonen clasifică acești vectori într-un spațiu

dienne de ce vecteur d'entrée à chaque vecteur de poids est calculée, et le vecteur de poids w_c le plus proche de $x(k)$ est désigné comme „vainqueur". Les composantes des vecteur w_i sont alors adaptées selon la règle suivante :

$$w_i(k+1) = w_i(k) + \alpha(c, k) * (x(k) - w_i(k))$$

où $0 < \alpha(c, k) < 1$ est le gain d'apprentissage.

On définit un gain a qui décroît en fonction de l'ordre de voisinage par rapport au neurone vainqueur c et du nombre de pas d'apprentissage écoulés.

On observe qu'après quelques milliers de pas d'apprentissage, le réseau est *organisé*. On dit que les vecteurs d'entrée à N dimensions ont été projetés dans l'espace à 2 dimensions de la carte de Kohonen.

La figure 5 représente l'organisation des vecteurs poids à 6 dimensions mémorisés dans les neurones d'un réseau de Kohonen de taille 8×8.

Admettons que, dans cet exemple, les 6 composantes de chaque vecteur d'entrée représentent les amplitudes d'une fonction à 6 instants consécutifs : les vecteurs de poids mémorisés dans le réseau de Kohonen représentent des prototypes des vecteurs d'entrée.

Les vecteurs de poids représentés à la figure 5 sont organisés, ce que l'on peut constater dans cet exemple en observant les amplitudes d'une composante spécifique, par exemple la composante No. 0, représentée à la figure 6. La surface des carrés dans cette figure est proportionnelle à l'amplitude des composantes correspondantes des vecteurs de poids.

3. Exemples

3.1. Classification non supervisée des états d'un réseau électrique pour l'analyse de sécurité

Recherche réalisée par Dagmar NIEBUR Laboratoire de Réseaux Electriques, EPFL et Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

Les recherches développées dans notre laboratoire sur les applications de réseaux de neurones artificiels à l'analyse de sécurité des réseaux d'énergie électrique se concentrent sur *l'apprentissage non supervisé*, en particulier au moyen du réseau de Kohonen.

Le classificateur de Kohonen projette les vecteurs d'un espace d'entrée à N dimensions sur un réseau à 2 dimensions, en préservant l'ordre topologique des vecteurs d'entrée, qui n'est en général pas connu a priori.

Le point de fonctionnement d'un réseau électrique est décrit comme un vecteur à N dimensions de mesures de puissances actives et réactives. Le réseau de Kohonen classifie ces vec-

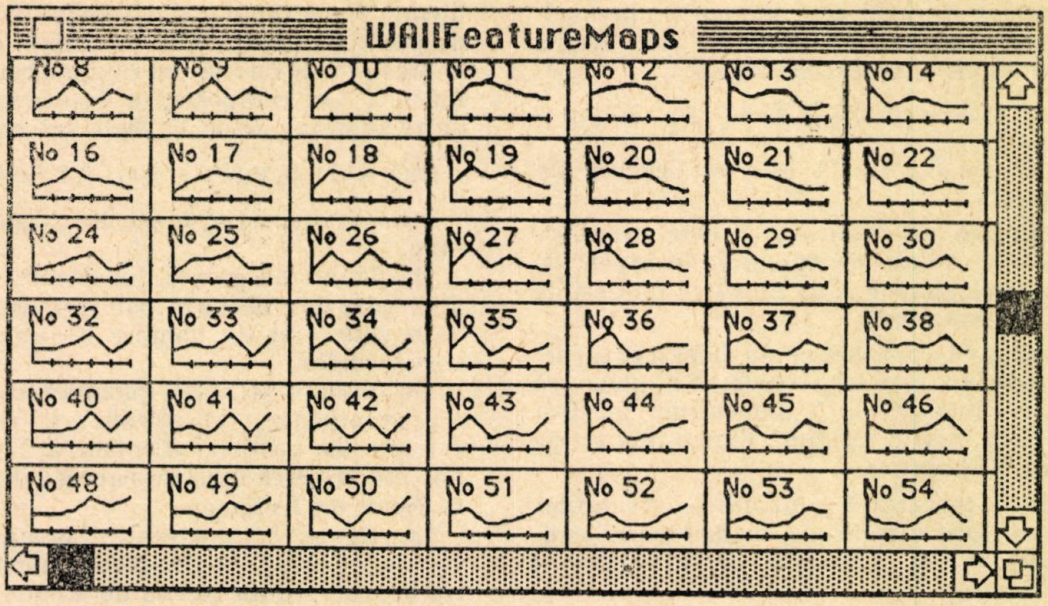


Fig. 5. Exemplu de hartă Kohonen.
Exemple d'une carte de Kohonen.

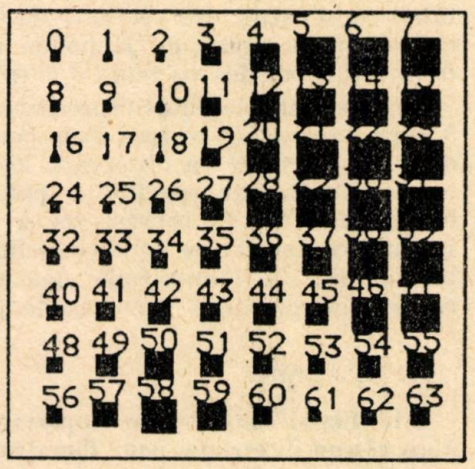


Fig. 6. Reprezentarea componentei nr. 0 vectorilor de pondere din figura 5.
Représentation de la composante No. 0 des vecteurs de poids de la figure 5.

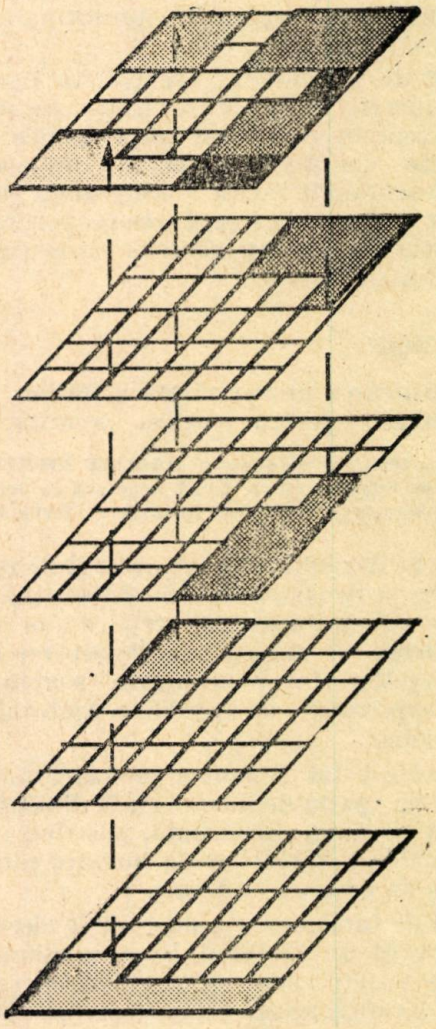


Fig. 7. Identificarea stărilor sigure şi a celor vulnerabile.
Identification des états sûrs et vulnérables.

cu două dimensiuni. Interpretarea acestor hărți Kohonen permite determinarea limitelor regiunilor de funcționare acceptabile ale rețelei electrice [12, 19].

Figura 7 ilustrează interpretarea vectorilor de ponderi de pe harta lui Kohonen la sfîrșitul structurării. În cele patru tranșe inferioare din această figură, zona gri reprezintă o regiune a hărții în care valorile componentei vectorului de ponderi depășește o limită specificată.

Această limită este limita de securitate impusă mărimii fizice reprezentate de această componentă, deoarece fiecare componentă a vectorului de pondere reprezintă o variabilă a vectorului de intrare, care este o mărime fizică a rețelei (putere activă sau reactivă).

Sinteza tuturor acestor limitări este reprezentată prin tranșa superioară din figura 7. Regiunile albe de pe hartă indică stările de funcționare sigure ale rețelei.

Capacitatea de generalizare a rețelei Kohonen permite clasificarea corectă a stărilor rețelei electrice care nu au fost întîlnite în faza de structurare. Această proprietate este foarte importantă în cazul exploatării unei rețele electroenergetice, unde nu este realist să ne așteptăm la o posibilitate de a simula toate cazurile posibile off-line.

Cercetarea în curs de desfășurare va permite găsirea răspunsului la următoarele întrebări, pe baza experiențelor realizate prin simulare cu programe de calcul :

— care sînt criteriile care permit cuantificarea nivelului de organizare a unei hărți topologice ;

— cum se determină „granițele de securitate" între grupurile de neuroni care răspund unor stimuli apropiați ;

— cum se stabilesc caracteristicile rețelei de putere determinată prin vectori de pondere diferiți ;

— cum se depistează o clasificare proastă a unei stări necunoscute a sistemului ;

— care trebuie să fie relația între dimensiunea rețelei electrice și dimensiunea rețelei neuronale.

În prezent, punem accentul pe definirea unui ansamblu de experiențe care să permită găsirea unor răspunsuri la aceste întrebări. Studiul utilizează rețele electrice conform normelor IEEE pentru a ușura comparația între abordarea rețelei neuronale și a metodelor clasice, cum ar fi analiza contingentelor și factorii de sensibilitate. Rezultatele numerice s-au obținut pentru moment cu ajutorul unor simulări la un punct de lucru.

Interpretarea clasificării obținute prin rețelele Kohonen va permite determinarea în timp real a limitelor regiunilor de funcționare acceptabile ale rețelei electrice.

teurs dans un espace à deux dimensions. L'interprétation de ces cartes de Kohonen permet de déterminer les limites des régions de fonctionnement acceptables du réseau électrique [12, 19].

La figure 7 illustre l'interprétation des vecteurs de poids de la carte de Kohonen à la fin de l'apprentissage. Dans les 4 tranches inférieures de cette figure, la zone grise représente une région de la carte où les valeurs de la composante du vecteur des poids dépasse une limite spécifiée.

Cette limite est la contrainte de sécurité sur la grandeur physique représentée par cette composante, puisque chaque composante du vecteur des poids représente une variable du vecteur d'entrée, qui est une grandeur physique du réseau (puissance active ou réactive).

La synthèse de toutes ces contraintes est représentée par la tranche supérieure de la figure 7. Les régions blanches de la carte indiquent des états de fonctionnement sûrs du réseau.

La capacité de généralisation du réseau de Kohonen permet de classifier correctement des états du réseau électrique qui n'ont pas été rencontrés dans la phase d'apprentissage. Cette propriété est très importante dans le cas de l'exploitation d'un réseau d'énergie électrique, où il n'est pas réaliste de s'attendre à pouvoir simuler tous les cas possibles off-line.

La recherche en cours permettra de répondre aux questions suivantes, sur la base d'expériences réalisées par simulation logicielle :

— quel(s) critère(s) permettent de quantifier le niveau d'organisation d'une carte topologique,

— comment déterminer les „frontières de sécurité" entre les groupes de neurones répondant à des stimuli proches,

— comment identifier les caractéristiques du réseau de puissance déterminé par des vecteurs poids différents,

— comment détecter une mauvaise classification d'un état inconnu du système,

— quelle doit être la relation entre la taille du réseau électrique et la taille du réseau neuronal.

Actuellement, nous mettons l'accent sur la définition d'un ensemble d'expériences permettant de répondre à ces questions. L'étude utilise des réseaux électriques standardisés de l'IEEE pour faciliter la comparaison entre l'approche du réseau neuronal et les méthodes classiques comme l'analyse de contingence et les facteurs de sensibilité. Les résultats numériques ont été obtenus pour le moment à l'aide de simulations sur une station de travail.

L'interprétation de la classification obtenue par les réseaux de Kohonen permettra de déterminer en temps réel les limites des régions de

Această aplicație necesită prelucrarea unor rețele neuronale de mari dimensiuni (cîteva sute de elemente).

Este în curs de realizare o mașină specializată pentru calculul rețelelor neuronale în colaborare cu alte laboratoare din Școala Politehnică Federală din Lausanne. Aceasta va permite, prin accelerarea procesului, să se extindă aceste simulări la cazuri mai realiste și să se prevadă o aplicație industrială.

3.2. Aplicația unei rețele multistrat la analiza instabilității de tensiune

Proiect realizat de Thiery CORNU, în colaborare cu EdF

Acest proiect are drept obiectiv studiul clasificării stărilor unei rețele în raport cu fenomenul de instabilitate a tensiunii și compararea rezultatelor cu cele obținute prin alte metode de clasificare.

3.3. Prognoza sarcinii pe termen scurt

Proiect realizat de Thomas BAUMANN și Nicolas MACABREY

Motivațiile pentru prognoza sarcinii rețelei sînt ameliorarea costului și a securității în exploatare a sistemului. Lucrarea [20] citează o estimare a impactului asupra costurilor de exploatare, cu o abatere de 1% în prognoza pe termen scurt a sarcinii de vîrf, din rețeaua britanică în 1985, cifrată la 10 milioane lire pe an.

Aceeași lucrare citează peste 70 de articole privind prognoza vîrfului de sarcină pe termen scurt, prin metode de extrapolare, de corelare, de serii temporale și de regresie.

Ideea de a utiliza o tehnică de recunoaștere a formelor pentru această prognoză [4] datează din anul 1975 și poate fi considerată ca fiind prima aplicație a unei rețele neuronale la o problemă de rețele electrice. Recent s-a propus o serie de sisteme expert și de sisteme fuzzy.

Hărțile autoorganizatoare ale lui Kohonen au fost aplicate cu succes și la prognoza sarcinii la vîrf [14, 21].

Obiectivul proiectului este prognoza pe termen scurt a puterii electrice la ora de vîrf. Un ansamblu de structurare este format din vectori care cuprind 24 de valori orare ale sarcinii, tipul de zi (la începutul, mijlocul sau sfîrșitul săptămînii), vîrful zilei următoare și date meteorologice. O rețea Kohonen este structurată cu datele măsurate pentru un an întreg al sistemului.

Rețeaua Kohonen își însușește, în mod nesupervizat, similaritățile între profilele de sar-

fonctionnement acceptables du réseau électrique.

Cette application nécessite le traitement de réseaux neuronaux de taille importante (plusieurs centaines d'éléments).

Une machine spécialisée pour le calcul des réseaux neuronaux est en développement en collaboration avec d'autres laboratoires de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Elle permettra, en accélérant le processus, d'étendre ces simulations à des cas plus réalistes, et d'envisager une application industrielle.

3.2. Application d'un réseau multicouche à l'analyse de l'instabilité de tension

Projet réalisé par Thierry CORNU, en collaboration avec EDF

Ce projet a pour objectif d'étudier la classification d'états d'un réseau par rapport au phénomène d'instabilité de tension, et de comparer les résultats à ceux obtenus avec d'autres méthodes de classification.

3.3 Prévision de charge à court terme

Projet réalisé par Thomas BAUMANN et Nicolas MACABREY

Les motivations pour la prévision de charge du réseau sont l'amélioration du coût et de la sécurité d'exploitation du système. La référence [20] cite une évaluation de l'impact sur les coûts d'exploitation d'un écart de 1% dans la prévision à court terme de la charge de pointe du réseau britannique en 1985, chiffrée à 10 millions de £ par an.

Cette même référence cite plus de 70 articles sur la prévision de la pointe de charge à court terme, par les méthodes d'extrapolation, de corrélation, de séries temporelles et de régression.

L'idée d'utiliser une technique de reconnaissance de formes pour cette prévision [4] remonte à 1975, et peut être considérée comme la première application d'un réseau neuronal à un problème de réseau électrique. Des systèmes experts et des systèmes flous ont été proposés récemment.

Les cartes auto-organisatrices de Kohonen ont également été appliquées avec succès à la prévision de la charge de pointe [14, 21].

L'objectif du projet est la prévision à court terme de la puissance électrique à l'heure de pointe. Un ensemble d'apprentissage est formé de vecteurs contenant 24 valeurs horaires de la charge, le type de jour (début, milieu ou fin de semaine), la pointe du lendemain, et des données météorologiques. Un réseau de Kohonen est entraîné avec les données mesurées pour une année entière du système.

cină și permite, de asemenea, utilizarea informației memorate în vectorii de ponderi din rețeaua Kohonen pentru prognoza sarcinii viitoare.

Figura 8 ilustrează organizarea unei rețele Kohonen de dimensiunea 10 × 10 în scopul structurării cu profile de sarcină zilnice pe un an.

Pentru prognoză, sarcina la vîrf a zilei următoare este valoarea ultimei componente a vectorului de pondere „învingător" din rețeaua Kohonen structurată, căreia i s-au supus ca mărimi de intrare componentele orare ale sarcinii zilei în curs.

Media relativă a erorii absolute obținută prin comparația prognozelor de sarcină efective din anul următor depinde de numărul de neuroni de pe harta lui Kohonen. Ea este mai mică cu 3% la o rețea Kohonen de 15 × 15 neuroni.

S-au publicat mai multe articole în ultimii doi ani privind aplicația rețelelor neuronale la prognoza sarcinii. În [22] se face o comparație între precizia metodelor neuronale și cele clasice.

Le réseau de Kohonen apprend, de manière non supervisée, les similarités entre des profils de charge, et il permet également d'utiliser l'information mémorisée dans les vecteurs de poids du réseau de Kohonen pour prédire la charge future.

La figure 8 illustre l'organisation d'un réseau de Kohonen de taille 10 ×10 à la fin de l'apprentissage avec les profils de charge journaliers d'une année.

Pour la prédiction, la charge de pointe du lendemain est la valeur de la dernière composante du vecteur de poids „gagnant" du réseau de Kohonen entraîné, auquel on a soumis comme entrée les composantes horaires de la charge d'aujourd'hui.

La moyenne relative de l'erreur absolue obtenue en comparant les prévisions aux charges effectives de l'année suivante dépend du nombre de neurones de la carte de Kohonen. Elle est inférieure à 3% avec réseau de Kohonen de 15*15 neurones.

Plusieurs articles ont été publiés depuis deux ans sur l'application des réseaux neuronaux à la prévision de charge. Une comparaison de la précision des méthodes neuronales et classiques donnée dans [22].

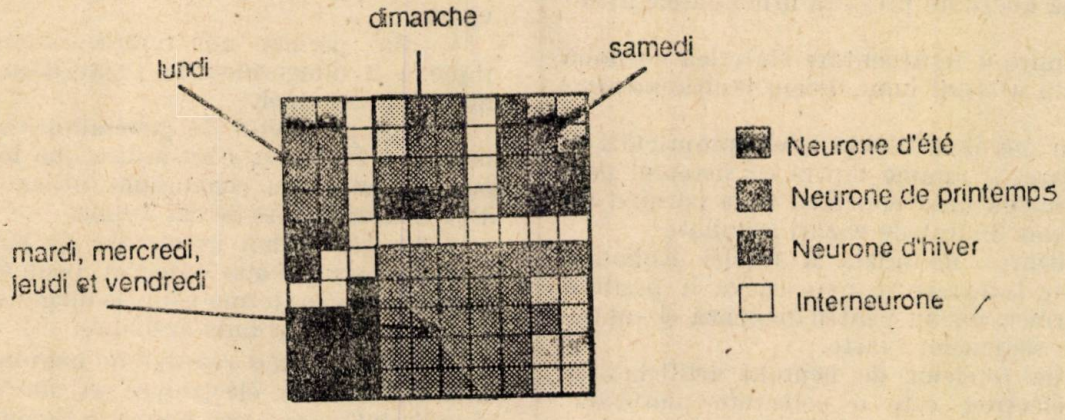


Fig. 8. Organizarea rețelei Kohonen pentru prognoza sarcinii.
Organisation du réseau de Kohonen pour la prévision de charge.

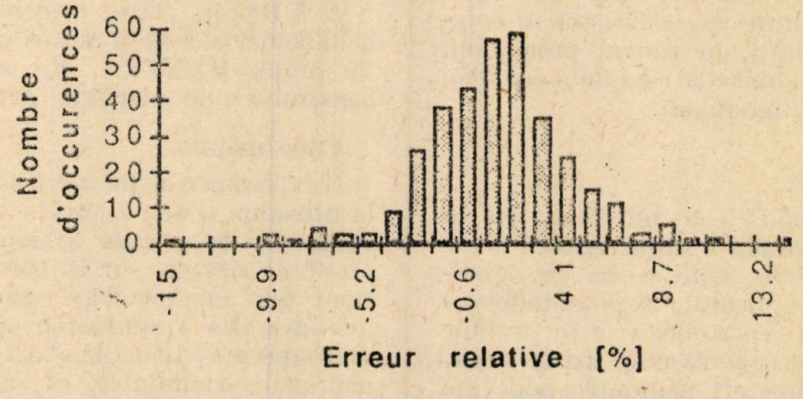


Fig. 9. Histograma erorilor, pentru o rețea Kohonen cu 30 × 30 neuroni.
Histogramme des erreurs, pour un réseau de Kohonen 30 ×30 neurones.

3.4. Aplicația rețelei lui Kohonen la diagnoza defectelor transformatoarelor

Proiect realizat de Thomas BAUMANN, în colaborare cu Daniel TSCHUDI (ABB Geneva)

O metodă de diagnoză a defectelor în transformatoarele de putere pe bază de încercări se sprijină pe rețeaua autoorganizatoare a lui Kohonen. Este vorba de clasificarea semnalelor numerizate. Dacă se cunoaște modelul unui transformator, se poate structura off-line un astfel de clasificator cu semnale provenind de la simulări ale tuturor defectelor posibile. Aceasta ar permite depistarea și localizarea unui eventual defect la încercările de recepție.

Rezultatele clasificării a 28 de semnale de răspuns la un transformator la o încercare de șoc (27 cu defect și unul fără defect), obținute prin simularea unui model de transformator sînt prezentate și analizate în lucrarea [10].

4. Perspectivele aplicațiilor industriale

Exemplele prezentate de aplicații ale rețelelor de neuroni artificiali la problemele industriei energetice se concentrează asupra structurării nesupervizate, în special cu ajutorul rețelei lui Kohonen.

Această abordare prezintă următoarele avantaje :

- permite o reprezentare sintetică cu două dimensiuni a stării unui sistem multidimensional ;
- s-au pus în evidență unele proprietăți de generalizare, și anume faptul că sistemul permite obținerea unor concluzii utile pornind de la un număr limitat de cazuri asimilate ;
- realizarea materială a rețelei Kohonen pe circuite integrate se pare că va fi posibilă pe un termen mediu pentru diagnoza și supravegherea sistemelor vaste.

Aplicația rețelelor de neuroni artificiali la rețelele electrice este o cercetare pluridisciplinară, care reunește domeniul conducerii sistemelor cu cel al concepției de circuite integrate și cu tehnicile matematice asociate.

La Școala Politehnică Federală din Lausanne această cercetare se desfășoară în colaborare cu alte unități, în cadrul proiectului *MANTRA*, al cărui obiectiv este de a construi o mașină neuronală modulară.

Concluzii

Experiența dobîndită este un prim pas în direcția unei noi abordări a supravegherii marilor sisteme industriale. Este vorba de definirea, pe baza acestei aplicații, a unei metodologii pentru specificarea variabilelor care trebuie considerate în supravegherea unui sistem mare, stabilirea unei arhitecturi neuronale adecvate și realizarea sa materială.

3.4. Application du réseau de Kohonen au diagnostic de défauts de transformateurs

Projet réalisé par Thomas BAUMANN, en collaboration avec Daniel TSCHUDI (ABB Genève)

Une méthode de diagnostic de défauts dans des transformateurs de puissance à partir d'essais se base sur le réseau auto-organisateur de Kohonen. Il s'agit de classifier des signaux numérisés. Si le modèle d'un transformateur est connu, on peut entraîner off-line un tel classificateur avec des signaux provenant de simulations de tous les défauts possibles. Ceci permettrait de détecter et de localiser un éventuel défaut pendant les essais de réception.

Les résultats d'une classification de 28 signaux de réponse d'un transformateur à un essai de choc (27 avec défauts et un sans défaut), obtenus par une simulation d'un modèle de transformateur sont présentés et discutés dans la référence [10].

4. Perspectives d'application industrielle

Les exemples présentés d'applications de réseaux de neurones artificiels aux problèmes industriels des réseaux d'énergie électrique se concentrent sur l'apprentissage non supervisé, en particulier au moyen du réseau de Kohonen.

Cette approche présente les avantages suivants :

— Elle permet une représentation synthétique à 2 dimensions de l'état d'un système multidimensionnel.

— Des propriétés de généralisation ont été mises en évidence, c'est-à-dire que le système peut déduire des conclusions utiles à partir d'un nombre limité de cas appris.

— La réalisation matérielle de réseaux de Kohonen sur circuits intégrés peut être envisagée à moyen terme pour le diagnostic et la surveillance de grands systèmes.

L'application des réseaux de neurones artificiels aux réseaux électriques est une recherche pluridisciplinaire , qui réunit le domaine de la conduite des réseaux électriques, celui de la conception de circuits intégrés, ainsi que les techniques mathématiques associées.

A l'EPFL, cette recherche se déroule en collaboration avec d'autres unités dans le cadre du projet MANTRA, qui a pour objectif de construire une machine neuronale modulaire.

Conclusions

L'expérience acquise est un premier pas dans la direction d'une approche nouvelle de la surveillance de grands systèmes industriels. Il s'agit de définir, sur la base de cette application, une méthodologie pour la spécification des variables à considérer dans la surveillance d'un grand système, le choix d'une architecture neuronale appropriée, et sa réalisation matérielle.

REFERENCES

[1] E. Handschin (editor) ,,*Real-time Control of Electric Power Systems*'', Elsevier, Amsterdam, 1972.

[2] C. K. Pang, F. S. Prabhakara, A. H. El-Abiad and A. J. Koivo ,,*Security Evaluation in Power Systems Using Pattern Recognition*'', IEEE Trans. on Power, Apparatus and Systems, vol. PAS-93 no 2, May/June 1974, pp. 969 –976.

[3] Proceedings of the IEEE, *Special Issue on Knowledge-Based Systems in Electric Power Systems*, May 1992.

[4] T. S. Dillon et al. : ,,*Short Term Load Forecasting Using Adaptive Pattern Recognition and Self-Organizing Techniques*'', Proceedings of the 5th Power System Computation Conference, Cambridge, 1975, paper 2.4/3.

[5] EPRI EL –2343, ,,*Feasibility of Using Associative Memories for Static Security Assessment of Power System Overloads*'', investigator Y. -H. Pao, Project 1047 –2, Final report, April 1982.

[6] S. Y. Oh ,,A *Pattern Recognition and Associative Memory Approach to Power System Security Assessment*'', IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC –16, No. 1, Jan/Feb. 1986, pp. 62 –72.

[7] R. Fischl, M. Kam, J. –C. Chow and S., Ricciardi ,,*Screening Power System Contingencies Using Back Propagation Trained Multi-Perceptrons*'', Proc. of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Portland, May 1989, pp. 486 –494.

[8] D. J. Sobajic, and Y. –H. Pao ,,*Artificial Neural-Net Based Dynamic Security Assessment of Electric Power Systems*'', IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 4, No. 1, Feb. 1989, pp 220 –228.

[9] E. H. P. Chan ,,*Applicaton of Neural Network Computing in Intelligent Alarm Processing*'', Proc. of the IEEE Power Industry Computer Application Conference, Seattle, May 1989, pp. 246 –251.

[10] T. Bauman, A. Germond, D. Tschudi ,,*Impulse Test Fault Diagnosis on Power Transformes using Kohonen's Self-Organizing Neural Network*'', Proc. of ESAP91, Tokyo, April 1991, pp. 642 –647.

[11] D. J. Sobajic, Y. –H. Pao, W. Njo and J. L. Dolce ,,*Real-time Security Monitoring of Electric Power Systems Using Parallel Associative Memories*'', Prooceedings of ISCAS, New Orleans, 1990, pp. 2929 – –2932.

[12] D. Niebur, A. J. Germond ,,*Power System Static Security Assessment Using the Kohonen Neural Network Classifier*'', IEEE Transactions on Power Systems, vol 7, No 2, May 1992, pp. 865 –872.

[13] H. Mori, Y. Tamaru and S. Tsuzuki ,,*An Artificial Neural Net Based Technique for Power System Dynamic Stability with the Kohonen Model*'', Proc. of the IEEE Power Industry Computer Application Conference, Baltimore, May 91, pp. 293 –301.

[14] N. Macabrey T. Baumann A. Germond, ,,*Prévision de charge dans un réseau électrique à l'aide du réseau de neurones de Kohonen*'', Bulletin ASE/UCS, 5/1992, pp 13 –19.

[15] *Proceedings of the First International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems*, Seattle, July 1991. IEEE Catalog Number 91TH0374 –9.

[16] J. Hertz, A. Krogh, R. G. Palmer ,,*Introduction to the theory of neural computation*'', Addison-Wesley, Redwood City, 1991.

[17] R. P. Lippman ,,*An Introduction to Computing with Neural Nets*'', IEEE Acoustics, Speech and Signal Processing Magazine, April 1987, pp. 4 –22.

[18] T. Kohonen, ,,*Self-Organization and Associative Memory*'', 3rd edition, Springer-Verlag, Berlin, 1989.

[19] D. Niebur and A. J. Germond ,,*Unsupervised neural net classification of power system static security states*'', Journal of Electrical Power & Energy Systems, vol. 14, Nr. 2/3, April/June 1992, pp. 233 –242

[20] G. Gross, F. D. Galiana ,,*Short-term Load Forecasting*'', Proceedings of the IEEE, vol. 75, no 12, Dec. 1987, pp. 1558 –1572.

[21] A. J. Germond, N. Mycabrey, T. Baumann ,,*Application of Artificial Neural Networks to Load Forecasting*'', Proceedings of the INNS –EPRI Workshop on Neural Net Computing for the Electric Power Industry, Stanford University, Stanford, California, Aug. 17 –19, 1992.

[22] M. C. Brace, J. Schmidt, M. Hadlin, ,,*Comparison of the Forecasting Accuracy of Neural Networks with Other Established Techniques*'', Proc. of the First International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems, Seattle, July 23 –26, 1991, pp 31 –35.

(Primit la 14 septembrie 1993, acceptat la 27 octombrie 1993)

Strategii posibile în energetica românească

Prof. dr. ing. AURELIU LECA *

În prima parte a articolului sînt prezentate premisele pentru elaborarea strategiei RENEL. Este prezentată sintetizat situația energetică și economică actuală a României și unele recomandări ale Băncii Mondiale și ale altor organizații cu care RENEL desfășoară acțiuni de parteneriat.

În partea a doua a articolului sînt prezentate direcțiile posibile ale strategiei RENEL, ținînd seama de situația actuală a Regiei și a țării, de evoluția economiei naționale și în special de resursele financiare previzibile, de resursele energetice ale țării, precum și de evoluția socio-economică a societății românești.

The first part of the article deals with the premises necessary for drawing up the RENEL strategy. The Romanian present energy and economical situation is presented in a synthesized manner and several recommand a tions of the World Bank and of other organizations with which RENEL carries out partnership actions are included herein.

The second part of the article aims at the possible directions of RENEL strategy, taking into account the present situation of the Romanian Electricity Authority and of our country in general, as well as the national economy evolution and especially the predictable financial resources, the country energy resources and the social and economical evolution of the Romanian society.

Descriptori : energetica românească, strategii

Introducere

Ca urmare a impactului creșterii costurilor la furnizor asupra consumatorului, modul tradițional de elaborare a strategiilor trebuie schimbat. A apărut o nouă filozofie : strategia de planificare integrată a producției, transportului, distribuției și consumului de energie.

Procesele de producere și de consum de energie electrică sînt analizate ca un întreg, ca un sistem care trebuie să țină cont de constrîngerile impuse de mediu și de societate. A apărut astfel necesitatea utilizării eficiente a energiei, începînd de la producători și pînă la consumatori inclusiv. Activitatea este cunoscută sub numele de ,,Energy management'' sau ,,Demand Side Management'' (D.S.M).

* Regia Autonomă de Electricitate — RENEL

1. Premise pentru elaborarea unei strategii

În elaborarea oricărei strategii, în mod obligatoriu trebuie să se țină seama de situația prezentă, la care se vor racorda opțiunile strategice adoptate.

În continuare va fi prezentată sintetizat situația energetică și economică actuală :

a) Capacitățile instalate și disponibile pentru producerea energiei electrice acoperă necesarul de consum și asigură, de asemenea, puterea necesară în rezervă pentru executarea programelor de reparații și întreținere, precum și pentru compensarea capacităților ieșite accidental din funcțiune.

b) Există capacitate efectiv utilizabilă în rezervă de 1500—2000 MW (în unele perioade chiar mai mult), care poate fi folosită pentru

export în mod avantajos pentru RENEL și pentru economia națională.

c) Capacitățile de producție pentru energie termică acoperă practic integral solicitările consumatorilor industriali (agentul termic fiind aburul).

Pentru termoficarea urbană, în multe localități capacitățile instalate nu asigură livrarea căldurii conform diagramelor de reglaj și nici gradul de siguranță normal în furnizarea energiei termice la consumatori.

d) Accesul limitat la resursele energetice primare, ca urmare a nivelului scăzut al producțiilor interne în comparație cu necesarul de consum și datorită deficitului valutar al țării, afectează puternic autonomia regiei, cît și nivelul producțiilor pentru închiderea balanțelor. Sunt necesare importuri de combustibil egale cu circa 30% din necesarul RENEL.

Modul de acoperire a necesarului de combustibil pentru anul 1993 este prezentat în tabelul 1.

Evoluția structurii bugetului de venituri și a surselor de investiții RENEL în perioada 1985—1992, precum și valorile programate pentru 1993 sînt prezentate în tabelul 2.

Pentru a se putea face o comparație corectă, veniturile și sumele provenite din diferite surse de investiții au fost echivalate în prețurile din 1992. Astfel, în 1992, veniturile totale ale RENEL reprezintă 59,2% din cele realizate în 1989, în principal din cauza scăderii dramatice a vînzărilor de energie electrică și termică.

Pentru anul 1993 se va înregistra o creștere a încasărilor datorită majorării tarifelor la energia electrică și termică puse în practică la data de 15.11.1992, dar vor crește similar și costurile combustibililor și ale altor materiale și piese de schimb achiziționate de RENEL ca urmare a noilor prețuri aprobate la nivelul economiei și al agenților economici. Modificarea tarifelor la energia electrică și termică nu va contribui deci la obținerea unor rezultate financiare favorabile pentru RENEL.

Tabelul 1

Modul de acoperire a necesarului de combustibil pe anul 1993

Combustibil	Necesar consum [TJ]	Necesar livrări * [TJ]	Posibilități de livrare din țară		Rest de acoperiri din import	
			[TJ]	[% din necesar livrări]	[TJ]	[% din necesar livrări]
Cărbune						
Lignit — 6.7 MJ/kg	243571	250281	231060	92.32	19221	7.68
Huile — 14.6 MJ/kg	44536	44536	38178	85.72	6358	14.28
Total cărbune	288107	294817	269238	91.3	25579	8.7
Hidrocarburi						
Gaze	304280	304281	242604	79.73	61677	20.27
Păcură	108176	117815	40815	34.64	77000	65.36
Total hidrocarburi	412456	422096	283419	67.1	138677	32.9
TOTAL RENEL	700563	716913	5526517	77.1	164256	22.9

* Necesarul de livrări trebuie să asigure consumul și stocurile

Din tabel rezultă în mod clar că dintre combustibilii prin care se echilibrează balanța rolul principal îl au hidrocarburile (cu precădere păcura). Resursele interne de hidrocarburi sînt însă an de an în sensibilă diminuare.

Deși producția de energie electrică și termică pe bază de cărbune este cea mai scumpă, ea rămâne potențial cea mai sigură datorită resurselor interne de cărbuni. În contextul economico-social actual, RENEL trebuie să preia întreaga producție care îi este destinată.

e) Sursele de finanțare a investițiilor fiind extrem de reduse s-a reușit acoperirea practic a numai 15—20% din programul de dezvoltare în curs de derulare din anul 1989.

f) Programul de dezvoltare pentru centralele nuclearoelectrice (acceptat și finanțat de stat) este susținut în măsură extrem de redusă de la bugetul statului (circa 20%), RENEL fiind obligat să-l susțină din fonduri proprii (circa 70 mld. lei). Astfel, lucrările la centralele electrice care asigură termoficarea orașelor și programul de construcție a hidrocentralelor nu mai pot fi continuate normal.

g) Vechimea instalațiilor energetice, construirea și montarea unor agregate neomologate în cadrul centralelor pe cărbune impun cheltuieli importante pentru îmbunătățirea eficienței lor energetice (retehnologizări, reabilitări și reparații capitale obișnuite). Aceste cheltuieli se

Tabelul 2

Structura bugetului de venituri şi a surselor de investiţii-renel

	UM	Realizări			Programat
		1985	1989	1992	1993
1. Energie electrică livrată	TWh	61.7	68.1	42.4	43.4
	respectiv PJ	222.12	245.16	152.64	156.24
2.. Energie termică livrată	Pcal	49.6	61.1	41.9	42.7
	respectip PJ	207.6	255.73	175.37	178.72
3.. Venituri totale					
— preţuri curente	mild. lei	39.5	58.7	633.9	952.8
— preţuri 1992	mild. lei	869	1070	633.9	952.8
4. Surse totale de investiţii					
— preţuri curente	mild. lei	36.4	30.3	130.1	133(206*)
— preţuri 1992	mild. lei	800	670	130.1	133(208*)
din care :					
a. Surse proprii					
— preţuri curente	mild. lei	7.2	10	104	106
— preţuri 1992	mild. lei	154	220	104	106
b. Credite bancare					
— preţuri curente	mild. lei	3.6	1.7	6	—
— preţuri 1992	mild. lei	79	37	6	—
c. Alocaţii la buget					
— preţuri curente	mild. lei	25.5	18.5	20.1	27(102*)
— preţuri 1992	mild. lei	567	413	20.1	27(102*)

* necesarul pentru C.N.E.

Surse de investiţii pe 1993 provenite din aplicarea taxei de dezvoltare

Taxa pentru energie electrică ———— 60.8 mild. lei

Taxa pentru energie termică ———— 6.4 mild. lei

TOTAL 67.2 mild. lei

1TWh=3.56PJ
1Pcal = 4.1855 PJ

pot acoperi doar în măsură redusă din bugetul de venituri RENEL, limitat de nivelul actual al vînzărilor şi tarifelor.

h) Promovarea eficienţei energetice este o problemă foarte acută pentru România datorită valorii mari a intensităţii energetice (1,09 tpe/1000 USD —PIB 45,6 GJ/10³ $), aproape dublă faţă de media intensităţilor energetice pentru ţările din Europa de Est, şi de circa 4 ori mai mare faţă de ţările OECD.

Specialiştii RENEL au analizat eforturile care trebuie făcute de consumatori şi RENEL, precum şi rezultatele care se pot obţine prin eficientizarea energetică. Comparativ cu efortul financiar care trebuie angajat, se apreciază că la nivelul consumatorilor, cu eforturi relativ mici, se pot obţine rezultate cu mult mai bune faţă de situaţia în care se află ţările dezvoltate.

Se consideră că deşi situaţia instalaţiilor RENEL nu este la nivelul ţărilor dezvoltate (în domeniul producţiei, transportului şi distribuţiei energiei), ea este totuşi superioară performanţelor energetice ale consumatorilor.

i) RENEL întîmpină mari greutăţi în promovarea unui management corespunzător necesităţilor economiei de piaţă, ca urmare a politicii de personal total necorespunzătoare practicată în special înainte de 1990.

j) Autonomia Regiei este destul de limitată, atît în domeniul asigurării resurselor şi fondurilor valutare pentru achiziţionarea de combustibili, cît şi în privinţa deconectării consumatorilor rău platnici.

În elaborarea strategiei sale RENEL trebuie să ţină seama (atît timp, cît interesele proprii şi ale ţării nu sînt afectate) de unele recomandări ale Băncii Mondiale şi ale unor organizaţii internaţionale cu care desfăşoară acţiuni de parteneriat (Agenţia de Dezvoltare Internaţională din SUA, Consiliul Internaţinal al Energiei de la Geneva).

Principalele recomandări făcute pentru RENEL de către Banca Mondială sînt :

— luarea unor decizii importante (cum ar fi organizarea, dezvoltarea şi reabilitarea centralelor, interconexiunea cu UCPTE, sistemul de conducere operativă şi de gestiune integrală

(MIS), protecția mediului, tarifarea) numai pe baza unor studii bine fundamentate, elaborate, de preferință, de consultanți străini;

— stabilirea tarifelor pentru energia electrică și termică pe baza costurilor reale proprii RENEL, pînă atunci fiind menținute constante tarifele în dolari stabilite în noiembrie 1991;

— creșterea eficienței energetice pe partea de producere a energiei, prioritară fiind reabilitarea centralelor termoelectrice;

— stabilirea unei politici în domeniul aprovizionării cu combustibil care să ia în considerare ansamblul efectelor economice și ecologice și nu numai prețul: preferința pentru gaz și păcură cu conținut redus de sulf, optimizarea folosirii lignitului ținînd cont de cheltuielile de transport și trecerea pe huilă pe baza unor justificări tehnico-economice;

— introducerea unui sistem de penalizări pentru neachitarea la termen a energiei, mergîndu-se pînă la deconectarea consumatorilor rău platnici;

— separarea activității nucleare de restul activităților RENEL și crearea unei regii autonome speciale; asumarea de către guvern a finanțării CNE Cernavodă de la bugetul de stat, inclusiv plata datoriei pentru creditele externe;

— asigurarea combustibililor și a valutei necesare pentru procurarea acestora să fie o problemă prioritară pentru România și percepută ca atare de guvern;

— angajarea unui consultant sau a unui grup de experți pentru probleme financiare care să asigure pregătirea personalului de specialitate;

— elaborarea Legii energiei, care să delimiteze clar responsabilitățile guvernului, Companiei de Electricitate și ale utilizatorilor.

2. Direcții posibile ale strategiilor

Direcțiile posibile ale strategiilor țin seama de situația actuală a energeticii țării, de evoluția economiei naționale și în special de resursele financiare previzibile, de resursele energetice ale țării, precum și de evoluția socio-economică a societății românești.

RENEL va trebui să funcționeze în viitorul apropiat în următoarele condiții:

— resurse interne care descresc (în special la hidrocarburi);

— consum de energie în țară cu un grad scăzut de eficiență;

— capacități financiare extrem de reduse;

— autonomie limitată atît pe linie financiară valutară, cît și pe cea a relațiilor economice directe producător-consumator în cazul consumatorilor rău platnici;

— surse de creditare cu dobînzi descurajante pentru finanțarea obiectivelor energetice cu ciclu lung de execuție.

Se vor expune unele opțiuni pe termen scurt impuse în principal de situația actuală a sectorului energetic, precum și o strategie posibilă pe termen mediu.

2.1. Domeniul producției energiei electrice și termice

Capacitățile actuale de producere a energiei electrice în regim de condensație pură depășind pentru următorii cinci ani necesarul, RENEL nu va mai investi în instalarea de agregate noi.

Creșterea producției de energie electrică în regim de termoficare la centralele electrice de termoficare în funcțiune va constitui o activitate prioritară, ținînd seama de efectul favorabil asupra prețului de livrare a energiei electrice și termice și asupra rezultatelor financiare. RENEL va oferi facilități sezoniere consumatorilor pentru creșterea consumului termic din actualele capacități instalate.

RENEL va suporta din fondurile proprii de investiții completarea capacităților de termoficare în centralele care sînt deficitare față de nivelul actual de consum, asigurînd și capacitățile de rezervă pentru un grad normal de siguranță în alimentarea consumatorilor.

Pentru centralele electrice de termoficare aflate într-un stadiu incipient de construcție în orașele în care RENEL nu livrează energie termică, nu se pot asigura fonduri de investiții din sursele proprii ale RENEL. Fundamentarea continuării investițiilor la aceste obiective se va face prin elaborarea unor studii de fezabilitate, iar eventuala finanțare va trebui asigurată în cea mai mare parte de la bugetul de stat sau al primăriilor.

Retehnologizarea capacităților de producere a energiei electrice și termice constituie o direcție de activitate de lungă durată și cuprinde atît modificări de natură tehnologică ale procesului de producție, cît și alte operații specifice reparațiilor capitale și modernizărilor. S-a evaluat că retehnologizările eficiente necesită fonduri de circa 25% din valoarea fondului fix, aceste cheltuieli justificîndu-se în general prin performanțele economice ce se obțin.

În domeniul construcției de centrale hidroelectrice se vor finanța obiectivele destinate producției de energie electrică, care vor intra în funcțiune în maximum 3 ani. Obiectivele hidroenergetice de folosință multiplă vor trebui finanțate de beneficiarii utilităților respective sau de la bugetul statului.

În vederea echilibrării optime a balanței producție-consum se va promova o politică de participare activă a furnizorului la creșterea

eficienței energetice de utilizare a energiei electrice și termice la consumatori. Pe baza unor studii tehnico-economice se va contribui la:

— îmbunătățirea izolațiilor termice la conductele de transport și distribuție a agenților termici;

— modernizarea punctelor termice prin înlocuirea schimbătoarelor de căldură, pompelor, AMC cu altele performanțe energetice;

— promovarea față de constructorii de locuințe a unor politici de stimulare a utilizării unor materiale de construcții care asigură o izolare termică mai bună, precum și de realizare la blocurile de locuințe existente a unor izolații termice suplimentare;

— susținerea programelor de conservare a energiei termice și electrice, elaborarea unor noi standarde pentru receptoare și asigurarea cadrului legal pentru un consum eficient de energie.

2.2. Domeniul investițiilor în centrale nuclearoelectrice

RENEL este obligat să susțină parțial finanțarea unității 1 de la CNE Cernavodă, dar nu poate susține finanțarea din surse proprii a lucrărilor pentru unitățile 2—5.

Pentru continuarea programului de realizare a CNE este necesară subvenționarea integrală a proiectului sau, mai realist, cofinanțarea externă a finalizării acestor unități cu plata în energie a creditelor.

2.3 Domeniul exploatării instalațiilor energetice

Nivelul pregătirii profesionale a personalului este esențial în domeniul exploatării instalațiilor energetice.

RENEL va promova o politică de exploatare economică a instalațiilor avînd drept scop primordial obținerea unor producții la prețuri de livrare cît mai scăzute.

Politica de tarifare practicată va avea un caracter elastic, urmărindu-se elaborarea unor sisteme de tarifare moderne, comparabile cu cele aplicate în țările cu economii performante, precum și încadrarea în recomandările Comunității Economice Europene.

Activitățile care conduc la creșterea calitativă a reparațiilor și întreținerii vor fi stimulate punîndu-se accent pe urmărirea și analiza comportării în exploatare a agregatelor și instalațiilor, precum și pe îmbunătățirea nivelului de pregătire tehnologică a lucrărilor de reparații.

Necesitățile filialelor RENEL impun realizarea unui nou sistem informatic, asigurîndu-se operativitatea în transmiterea datelor-deciziilor prin interconectarea sistemelor de calcul; se va renunța la maniera actuală de implementare a unor aplicații punctiforme necorelate cu cerințele informațional-decizionale ale Regiei.

2.4. Domeniul resurselor umane

În domeniul resurselor umane se prevede realizarea unui „Plan director de reformă" cu acțiuni vizînd:

— perfecționarea structurilor organizatorice pe filiera resurselor umane;

— modernizarea și informatizarea instrumentelor de gestiune curentă a personalului;

— perfecționarea sistemului de salarizare și a relațiilor de muncă în sensul stimulării performanței profesionale;

— modernizarea sistemului de formare profesională și de motivație a pregătirii profesionale;

— introducerea unui nou sistem de urmărire a formării profesionale și etice a personalului, pentru a selecta pe criterii obiective personalul valoros pentru funcții de conducere și pentru o corectă retribuire;

— corelarea acordării drepturilor salariale cu realizarea indicatorilor de performanță colectivi și individuali stabiliți prin contractele de management și contractul colectiv de muncă;

— asigurarea unei protecții sociale ridicate corelate cu posibilitățile financiare ale regiei și cu cadrul legal în vigoare;

— asigurarea unor condiții de muncă și securitate a muncii la nivelul exigențelor sectorului energetic;

— realizarea și dezvoltarea unui sistem de comunicare internă și dialog social în ambele sensuri; dezvoltarea și descentralizarea dialogului social între administrație și sindicate;

— elaborarea de materiale de informare asupra ansamblului activității și problemelor cu care se confruntă regia, care să fie difuzate gratuit la locurile de muncă.

2.5. Domeniul comercial

Pentru a-și asigura autonomia în derularea activității de bază, RENEL va trebui să desfășoare activități comerciale; Regia trebuie să-și asigure direct combustibilii necesari producției de energie electrică și termică la prețurile cele mai scăzute de pe piață, intrînd în relații directe cu furnizorii.

Filialele și regia trebuie să-și organizeze activitatea comercială pentru a face față cerințelor economice de piață (încheierea și derularea de contracte interne și externe, licitații, studii economice comparative legate de oferte etc.).

Elementul concurențial va fi din ce în ce mai activ pe piața energiei, din care cauză activitatea comercială trebuie să fie cît mai elastică și mobilă.

2.6 Domeniul financiar

Este necesar ca sistemul de gestiune financiară, care în prezent are serioase lacune, să fie racordat la standardele internaţionale ale economiei de piaţă : practicarea tarifelor să se facă pe bază de costuri reale de revenire, cotele (repartiţiile), să fie eliminate, deciziile să se ia pe baza rentabilităţii capitalurilor investite.

Activitatea financiară trebuie să depăşească faza în care se înregistrează numai costurile, trecîndu-se la cea de prognoză şi influenţă a acestora, de analiză urmată de măsuri pentru eficientizarea filialelor.

Sistemul informatic modern trebuie adînc implementat în acest sector, cunoaşterea operativă a costurilor şi, în general, a evoluţiei situaţiei financiare avînd o influenţă majoră în deciziile conducerii filialelor şi Regiei.

Studiile de fezabilitate trebuie să preceadă în mod obligatoriu orice acţiune importantă care afectează financiar filialele şi Regia.

* * *

Direcţiile strategice ale energeticii româneşti propuse în acest articol au fost stabilite pe baza analizei situaţiei actuale la nivel naţional şi a prognozelor întocmite de specialiştii noştri, de specialişti români din afara RENEL, precum şi de experţi ai unor firme străine de consultanţă. Ele urmăresc modernizarea companiilor de electricitate, proces care trebuie să se desfăşoare în condiţii caracteristice perioadei de tranziţie.

(Primit la 31 mai 1993, acceptat la 4 iunie 1993)

Opinii

PENTRU UN MUZEU TEHNIC NAŢIONAL

Istoria energeticii româneşti nu poate fi desprinsă de istoria tehnicii şi ştiinţei româneşti în ansamblu şi acestea sînt legate de istoria contemporană a noastră, a românilor, în general.

Indiscutabil că activitatea tehnică şi ştiinţifică a unei naţiuni este încadrată şi influenţată de istoria universală şi aceste activităţi umane au devenit hotărîtoare pentru dezvoltarea modernă a societăţii.

Urmărirea evoluţiei cunoştinţelor româneşti, a multitudinii descoperirilor şi a invenţiilor făcute de om ne uimeşte prin bogăţie şi diversitate.

Energetica ocupă un loc special în istoria omenirii, date fiind cele două activităţi iniţiale şi esenţiale care au determinat apariţia omului pe pămînt :

— munca efectuată conştient;

— folosirea focului.

Munca folosită de om direct, dar şi indirect, prin stăpînirea animalelor şi obligarea lor la efectuare de lucru mecanic util a reprezentat utilizarea primordială conştientă a energiei. În acelaşi timp focul a reprezentat, de asemenea, utilizarea conştientă a altei forme de energie.

Strămoşii românilor de pe teritoriul ţării noastre au dovedit aceleaşi aptitudini străvechi, şi urmele care, spre exemplu, sînt evidente în ariile culturilor descoperite la Cucuteni, Hamangia şi multe alte locuri de pe timpul perioadei neolitice, confirmă această afirmaţie.

Folosirea energiei eoliene şi a celei a apelor a făcut parte încă de mult din activităţile primare ale românilor.

Nu este cazul să dezvoltăm aici consideraţii istorice ale tehnicii româneşti, dar această disciplină este de o deosebită importanţă şi preocupările unor personalităţi ca academicianul Aurel Avramescu, Ştefan Bălan, Valeriu Novacu, profesorii Radu Ţiţeica, Edmond Nicolau şi foarte mulţi alţii, au demonstrat prin realizările lor efective că pentru o naţiune este foarte important şi foarte stimulator să se închege lanţul cronologic al culturii tehnice.

Cei citaţi mai sus, împreună cu alţi entuziaşti au întocmit şi un „Dicţionar cronologic al ştiinţei şi tehnicii universale" care a apărut la Bucureşti în 1979 şi care pentru noi (românofonii) are o valoare deosebită. Bineînţeles, sînt şi alte iniţiative şi încercări.

Între acestea am dori să menţionăm şi să subliniem activitatea unui mare entuziast din trecutul apropiat al ţării noastre. Este vorba de profesorul Dimitrie Leonida, energetician, care este menţionat în dicţionarul sus-citat. A fost profesorul multor serii de studenţi de la Politehnica din Bucureşti (între aceştia am avut satisfacţia să mă număr), a fost poiectantul primei uzine termoelectrice de la Grozăveşti şi, de asemenea, a unei centrale hidroelectrice, pe rîul Bistriţa, care „cu unele modificări" s-a realizat cu 50 de ani mai tîrziu.

(continuare la p. 37)

dr. ing. EUGENIU PAVEL

Strategia acoperirii consumului de energie electrică și termică în perspectivă corelat cu resursele energetice ale României

Dr. ing. ANCA POPESCU
Ing. FLOAREA BREAZU
Ing. ANTON VLĂDESCU
Ing. EMIL POP
Ing. CHIRICHIȚA CHIRILĂ *

Articolul prezintă rezultatele analizei efectuate cu ajutorul modelelor MAED și WASP privind posibilitățile de acoperire în perspectivă, a consumului de energie electrică și termică. Modelele utilizate fac parte din pachetul de programe ENPEP pus la dispoziție de Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA).

Pe baza datelor rezultate din analizele privind evoluția consumului de energie electrică, se optimizează dezvoltarea diferitelor categorii de centrale electrice prin minimizarea costurilor totale, în anumite condiții de siguranță date, privind funcționarea sistemului electroenergetic. Astfel se stabilesc programe de dezvoltare optimă a centralelor electrice în concordanță cu scenariile macroeconomice adoptate și care constituie un prim element pus la dispoziția decidentului pentru orientarea dezvoltării pe termen mediu și lung.

The paper presents the results of the analysis carried out by means of the models MAED and WASP on the possibilities to cover, in the future the electric and thermal energy consumption.

The models used, belong to the ENPEP program package placed at the disposal by the International Agency for Atomic Energy (AIEA).

The development of different types of power stations is optimized by minimizing the overall costs under certain reliable conditions regarding the operation of electroenergy system on the basis of data resulted from the analysis on the electric energy consumption evolution. Therefore, optimum development programs for the power stations are established in compliance with the microeconomical scenarios adopted and which represent a first element placed at the decision maker's disposal for guiding the medium and long term development.

Descriptori: consum, resurse, energie electrică, România

Introducere

Strategia de acoperire a consumului de energie electrică și termică în perspectivă trebuie privită în contextul general al evoluției necesarului de energie finală (combustibil, energie electrică și termică) corelat cu politica de dezvoltare economico-financiară și tehnologică a țării. Acest lucru se realizează în activitatea curentă prin utilizarea modelelor MAED și WASP (ELECTRIC) din cadrul pachetelor de programe ENPEP pus la dispoziție de Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA).

Cu modelul MAED se prognozează nivelurile de energie electrică pe termen mediu și lung și se determină valorile orare anuale ale curbei clasate pentru un număr de perioade pe an (maximum 12), elemente ce sînt necesare ca date de intrare în modelul WASP.

* Institutul de Studii și Proiectări Energetice — ISPE, București

Cu modelul WASP se optimizează programele de dezvoltare a diferitelor categorii de centrale electrice pe baza minimizării costurilor totale (cheltuielile de exploatare ale centralelor existente şi noi, investiţiile centralelor noi şi costul energiei nelivrate), în anumite condiţii de siguranţă a funcţionării sistemului electroenergetic.

1. Premise şi date de bază

Premisele care au stat la baza ultimelor analize efectuate de ISPE privind strategia acoperirii consumului de energie electrică şi termică în perspectivă sînt următoarele :

— anul de bază : 1992 ;

— perioada de studiu : 1992—2015, din care :

- etapa de planificare : 1992—2010 ;
- etapa de post-planificare : 2010—2015 ;

— analizele s-au efectuat în dolari SUA ;

— toate evaluările pentru costurile de funcţionare în centralele electrice corespund datei de 1.01.1992, cînd rata de schimb era : 1$ = = 200 lei ;

— calculele s-au făcut în valori constante pe toată durata analizată atît pentru investiţii şi cheltuieli de exploatare, cît şi pentru preţul combustibililor, actualizarea făcîndu-se considerînd anul 1992 ca un an de referinţă ;

— rata de actualizare : 10% ;

— preţul pentru gaze naturale, păcură, cărbune din import, uraniu, corespund valorilor de pe piaţa mondială la nivelul anului 1992 ;

— preţul lignitului a fost de 2700 lei/tonă ;

— pentru toţi combustibilii s-a introdus şi preţul transportului (de exemplu considerînd transportul, preţul lignitului la centrale variază între 11 800 lei/tc.c. şi 25 000 lei/tc.c) ;

— analizele s-au efectuat pentru :

- patru curbe de sarcină clasate pe an (trimestriale) ;
- două condiţii hidrologice : an secetos şi an normal ;

— centralele hidroelectrice au fost modelate ca :

- centrale cu lacuri de acumulare pe termen scurt ;
- centrale cu lacuri de acumulare pe termen lung ;

— gradul de siguranţă în acoperirea puterii de consum (Loss of Load Probability — LOLP) considerat este de o zi pe an ;

— pentru toate programele de dezvoltare s-a pornit de la ipoteza că RENEL asigură necesarul de energie termică numai pentru consumatorii racordaţi în prezent la centralele sale. Înlocuirea capacităţilor existente a căror durată normată de funcţionare expiră se va face numai din considerente de acoperire optimă a necesarului de energie termică.

Datele de bază necesare în procesul de optimizare se referă la :

— centralele termoelectrice existente, şi anume : puterea minimă şi maximă produsă, consumul specific la minimum tehnic şi creşterea relativă a acestuia, coeficientul de avarie, coeficientul mediu de reparaţii, cheltuielile de funcţionare şi întreţinere ;

— centralele hidroelectrice existente , şi anume : producţia de energie electrică în anul secetos şi anul normal, puterea disponibilă în regim de bază şi vîrf, cheltuieli de exploatare şi întreţinere ;

— proiectele de noi centrale hidroelectrice : puterea instalată, capacitatea de stocare în lac, anul cînd proiectul devine candidat la instalare, energii productibile trimestriale pentru anul normal şi anul secetos, energii minime impuse la bază, puteri disponibile şi investiţia specifică cu şi fără considerarea dobînzii în timpul construcţiei ;

— pentru centralele la care s-a reînceput construcţia la stabilirea investiţiei specifice s-au considerat numai valorile rămase de realizat ;

— centralele termoelectrice clasice noi cu indicatori corespunzători tehnologiilor performante, existente pe plan mondial ;

— centrale nuclearoelectrice : indicatorii tehnico-economici au avut în vedere stadiul de realizare al investiţiilor la CNE Cernavodă ;

— centralele retehnologizate cu indicatori tehnico-economici corespunzători celor de proiecte similare grupurilor 4 şi 5 Turceni şi estimărilor.

2. Evoluţia necesarului de energie electrică şi termică

Din analizele efectuate cu modelul MAED privind necesarul de energie finală al ţării(combustibili, energie electrică şi termică) şi a curbelor de sarcină corespunzătoare, a rezultat următoarea evoluţie a consumului de energie electrică şi a puterii de vîrf necesare a fi acoperite în perspectivă pentru trei scenarii de dezvoltare economică, socială şi tehnologică (tabelul 1).

Tabelul 1

SCENARIUL	UM	1992	1995	2000	2010
Minim	TWh	58,3	58,7	69,3	102,1
	MW	8520	8970	10950	16460
Mediu	TWh	58,3	60,66	76,37	121,0
	MW	8520	9270	12000	19400
Maxim	TWh	58,3	62,2	82,3	138,4
	MW	8520	9500	12940	22100

Analizele privind evoluţia necesarului de energie termică al consumatorilor alimentaţi din centralele RENEL au arătat o creştere a necesarului populaţiei şi a sectorului de servicii şi reducerea consumului industrial prin creşterea eficienţei energetice şi retehnologizarea instalaţiilor industriale şi închiderea unităţilor nerentabile. Aceasta a dus la o evoluţie a necesarului de energie termică produsă pentru a fi livrată din centralele RENEL, conform celei prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

	1992	1995	2000	2010
Pcal.	48,1	52,3	57,8	73,4
PJ	201,35	218,93	241,95	307,25

Din compararea nivelurilor de consum de energie electrică în perspectivă cu nivelurile de producţie de energie electrică realizate pînă în prezent se constată că în toate cele trei scenarii centralele existente pot acoperi niveluri prognozate pînă într-un anumit an al perioadei analizate.

Capacităţile de producţie existente la nivelul anului 1992 acoperă cererile de energie electrică în condiţii de siguranţă pînă în anul 1999, în scenariul minim, şi respectiv 1998 şi 1997, în scenariul mediu şi maxim.

3. Centralele candidat pentru dezvoltarea sistemului electroenergetic

În toate cele trei scenarii analizate, centralele electrice aflate în stadii foarte avansate de realizare şi pentru care mai sînt necesare sume mici de investiţii, au fost luate în considerare ca fiind decise şi nu au mai fost cuprinse în lista centralelor candidat (300 MW în centrale de termoficare, gr. 8 din CTE Turceni şi 204 MW în centrale hidro). Celelalte centrale hidroelectrice aflate în stadiu incipient de realizare au fost trecute în lista centralelor candidat, asociindu-le numai cota de investiţii rămasă de realizat.

Cu toate că primele două grupuri de la CNE Cernavodă sînt în fază avansată a construcţiei nu au fost cuprinse în lista grupurilor cu termene fixe de punere în funcţiune din două motive :

— pentru a se putea determina din ce an este nevoie de putere nouă în sistem, avînd în vedere că în prezent şi în următorii cîţiva ani se poate asigura necesarul de consum de energie electrică din centralele existente, datorită scăderii acestuia faţă de anul 1989 ;

— pentru a se putea compara eficienţa acestora cu eficienţa retehnologizării unor grupuri termo existente.

Pentru dezvoltarea în perspectivă a sistemului electroenergetic s-au utilizat drept centrale candidat atît centrale termoelectrice (clasice şi nucleare), cît şi centrale hidroelectrice.

Deoarece combustibilii din resurse interne nu acoperă necesarul pentru centralele termoelectrice existente şi pentru cele aflate în construcţie, pentru centralele clasice candidat s-au avut în vedere numai combustibili din import. În analize s-au considerat 10 tipuri de centrale termoelectrice clasice de puteri diferite (300 MW, 500 MW şi 660 MW), utilizînd drept combustibil de bază cărbunele, păcura şi gazele naturale. Centralele pe păcură şi cele pe cărbune sînt fie cu instalaţii de desulfurare a gazelor de ardere, fie fără astfel de instalaţii. Centralele pe gaze naturale sînt centrale cu ciclu combinat.

Pentru centralele nucleare s-au considerat două tipuri de centrale condidat cu grupuri de 700 MW. Ambele tipuri au aceiaşi parametri tehnici şi economici, corespunzînd grupurilor din CNE Cernavodă, cu excepţia investiţiei specifice. Pentru primul tip de centrală nucleară investiţia specifică este media valorilor rămase de realizat pentru primele două grupuri, iar pentru cel de-al doilea tip media pentru următoarele trei grupuri.

Pentru analiza eficienţei retehnologizării unor grupuri termo mari de condensaţie pură existente comparativ cu instalarea de putere nouă s-au avut în vedere următoarele :

— retehnologizarea unor grupuri la atingerea duratei de serviciu normată (Deva, Işalniţa gr. 315 MW, Brăila, Brazi, Borzeşti) pentru prelungirea vieţii acestora ;

— retehnologizarea unor grupuri în cadrul duratei de serviciu normată pentru îmbunătăţirea performanţelor (Turceni, Rovinari, Doiceşti).

Pentru uşurarea activităţii de optimizare prin reducerea numărului de centrale candidat (10 tipuri de centrale termoelectrice clasice noi, două tipuri de centrale nucleare şi nouă tipuri de grupuri care pot face obiectul activităţii de retehnologizare) s-a efectuat, în afara modelului WASP, o ordonare a centralelor candidat după economicitate. Din această ordonare a rezultat că pentru valori ale factorului de încărcare de 70—85% centralele cu ciclu combinat cu gaze naturale sunt competitive cu grupurile din centrala nucleară de la Cernavodă. Celelalte grupuri de centrale noi pe păcură sau pe cărbune, cu s-au fără desulfurare, sînt mai neeconomice decît aceasta.

Pentru cele cinci grupuri din CNE Cernavodă şi pentru centrala cu ciclu combinat care au rezultat ca fiind cele mai eficiente şi pentru grupurile considerate pentru retehnologizare s-a făcut calculul cheltuielilor anuale pentru un

MW și pentru o MWh livrată de-a lungul unui an.

Din această analiză a rezultat următoarea ordine de economicitate (tabelul 3):

Tabelul 3

Ordinea de economicitate

Locul	Grupul	Factor de încărcare [%]	Investiția specifică + dobîndă în timpul construcției $/kW	10^3 $/MWh	$/MWan
1	Grupul 1,700 MW, Cernavoda	80	1775	0.035	245
2	Retehnologizare gr. 210 MW, Brăila	80	96	0.036	253
3	Retehnologizare gr. 330 MW, Brăila	80	222	0.038	268
4	Retehnologizare gr. 210 MW, Deva	80	256	0.039	276
5	Retehnologizare gr. 200 MW Brazi	80	131	0.040	279
6	Grupul 2,700 MW Cernavodă	80	2091	0.040	281
7	Ciclu combinat, 660 MW, CC6	87	889	0.040	302
8	Retehnologizare, gr. 200 MW, Borzești	80	131	0.041	288
9	Retehnologizare gr. 315 MW, Isalnița	80	322	0.042	294
10	Retehnologizare gr. 200 MW, Doicești	70	169	0.043	265
11	Retehnologizare gr. 330 MW, Rovinari	70	358	0.044	268
12	Retehnologizare gr. 330 MW, Turceni (A3)	70	358	0.044	268
13	Grupul 3,700 MW, Cernavodă	80	2444	0.045	319
14	Grupul 4,700 MW, Cernavodă	80	2843	0.051	361
15	Grupul 5,700 MW Cernavodă	80	2843	0.051	361
16	Retehnologizare gr. 330 MW, Turceni (A2)	60	108	0.052	310

— grupul 1 din CNE Cernavodă se plasează pe primul loc, datorită stadiului avansat de construcție;

— retehnologizarea grupurilor din CTE Brăila, Deva, Brazi;

— grupul 2 din CNE Cernavodă și centrala nouă cu ciclu combinat pe gaze naturale;

— retehnologizarea grupurilor din CTE Borzești, Isalnița, Doicești, Turceni, Rovinari;

— grupurile 3—5 din CNE Cernavodă se plasează în urma tuturor retehnologizărilor.

Proiectele hidroelectrice candidat corespund centralelor hidroelectrice reale avute în vedere în cadrul RENEL pentru perspectivă. Aceste centrale au fost grupate în 18 proiecte în raport cu caracteristicile lor.

4. Metodologia utilizată

Programul de acoperire a necesarului de energie electrică prognozat în diferite scenarii s-a realizat pe baza *minimizării costurilor totale* (exploatare și investiție), fără restricții privind acoperirea necesarului de combustibil, utilizînd programul WASP.

Pentru varianta optimă de acoperire a consumului de energie electrică s-au făcut analize de sensibilitate:

- pentru valori ale ratei de actualizare de 8% și de 12%;
- pentru creșterea prețului gazului natural utilizat în centrale cu ciclu combinat, utilizînd prognoza prețului propusă de o firmă de consultanță;
- pentru creșterea prețului la toți combustibilii pe perioada de studiu cu 20% față de valoarea pentru anul 1992;
- comparînd grupuri cu ciclu combinat pe gaze naturale cu grupuri nucleare de tipul Cernavodă gr. 3, 4, 5.

În urma procesului de optimizare au rezultat:

— valoarea funcției obiectiv;

— programul de puteri noi (în diferite centrale hidroelectrice, termoelectrice clasice și nucleare);

— programul de retehnologizări;

— programul de casări;

— volumul investițiilor pentru noi centrale și retehnologizări;

— combustibili necesari pentru acoperirea cererii de energie electrică și termică.

5. Programele optime de centrale electrice

Din examinarea programelor optime de centrale electrice corespunzătoare celor trei scenarii de consum de energie electrică (tabelul 4) rezultate prin utilizarea modelului WASP, după un număr foarte mare de configurații de centrale candidat (de ordinul sutelor pentru un an și miilor pentru întreaga perioadă de studiu) se remarcă următoarele:

— primele capacități noi pentru producerea energiei electrice, necesar a fi instalate în toate programele sînt grupurile 1 și 2 din CNE Cernavodă;

— în continuare creșterea de capacități noi de producere a energiei electrice este acoperită cu grupuri cu ciclu combinat pe gaze naturale la un preț de 95 $ /1000m^3 (preț nivel 1992);

Tabelul 4

Propuneri de instalări de puteri noi în perioada 1992—2010 rezultate în urma rulării programului WASP

[MW]

Scenariul	Minim			Mediu			Maxim		
	1992—2000	2001—2010	TOTAL 1992—2010	1992—2000	2001—2010	TOTAL 1992—2010	1992—2000	2001—2010	TOTAL 1992—2010
TOTAL	2234	5462	7696	2894	8169	11063	4214	10809	15023
din care :									
— centrale hidroelectrice	204	182	386	204	249	453	204	249	453
— centrale nuclearoelectrice	1400	—	1400	1400	—	1400	1400	—	1400
— centrale termoelectrice	630	5280	5910	1290	7920	9210	2610	10560	13170
* centrale electrice de termoficare	300	—	300	300	—	300	300	—	300
* CTE Turceni gr. 8	330	—	330	330	—	330	330	—	330
* centrale cu ciclu combinat	—	5280 (8×660)	5280 (8×660)	660 (1×660)	7920 (12×660)	8590 (13×660)	1980 (3×660)	10560 (16×660)	12540 (19×660)

— în toate programele pînă în anul 2010 a fost preferată retehnologizarea grupurilor mari de condensaţie;

— programele optime de dezvoltare a centralelor electrice în perioada 1992—2010 cuprind o putere nouă instalată de 7696 MW în scenariul minim, 11063 MW în scenariul mediu şi 15023 MW în scenariul maxim, ponderea cea mai mare avînd-o punerile în funcţiune din perioada 2000—2010 (tabelul 4);

— în toate scenariile a rezultat ca necesară retehnologizarea unei puteri de 4240 MW din care 975 MW pînă în anul 2000 şi 3265 MW în perioada pînă în 2010 (tabelul 5);

Tabelul 5

Puteri retehnologizate în perioada 1992—2010

[MW]

	Scenariul maxim, mediu, minim		
	1992—2000	2001—2010	Total 1992—2010
TOTAL	975	3265	4240
din care :			
— pe cărbune	975	1815	2790
Turceni	2×330	2×330	1320
Işalniţa	1×315	1×315	630
Deva	—	4×210	840
— pe hidrocarburi	—	1450	1450
Brăila	—	3×210	630
Brazi	—	2×200	400
Borzeşti	—	2×210	420

Tabelul 6

Ponderea investiţiilor în produsul intern brut (PIB)

	Scenariul minim			Scenariul mediu			Scenariul maxim		
	PIB	Investiţii		PIB	Investiţii		PIB	Investiţii	
	[10^9 US$]	[10^6 US$]	%	[10^9 US$]	[10^6 US$]	%	[10^9 US$]	[10^6 US$]	%
1992	31,3	0	0	31,3	0	0	31,3	0	0
1993	30,4	0	0	30,9	0	0	31,3	0	0
1994	30,5	49,9	0,16	31,2	76,5	0,25	31,9	210,0	0,66
1995	31,1	102,4	0,33	32,1	305,2	0,95	33,0	1025,8	3,11
1996	31,9	133,5	0,42	33,2	929,4	2,80	34,4	1568,7	4,56
1997	33,0	801,0	2,43	34,7	1362,5	3,93	36,2	1151,4	3,18
1998	34,3	1297,5	3,78	36,6	877,7	2,40	38,6	643,5	1,67
1999	35,7	859,3	2,51	38,5	664,5	1,73	41,1	623,3	1,52
2000	37,1	515,5	1,39	40,5	794,4	1,96	43,7	663,2	1,52
2001	38,7	683,5	1,77	42,6	747,8	1,76	46,1	821,3	1,78
2002	40,4	586,7	1,45	44,7	658,9	1,47	48,7	990,4	2,03
2003	42,1	296,0	0,70	47,0	738,6	1,57	51,5	1087,5	2,11
2004	43,9	363,4	0,83	49,4	875,4	1,77	54,3	1090,2	2,01
2005	45,9	576,8	1,26	51,9	884,3	1,70	57,3	1177,7	2,06
2006	48,0	614,1	1,28	54,5	796,9	1,46	60,5	1215,9	2,01
2007	50,1	572,8	1,143	57,1	641,6	1,12	63,8	1124,2	1,76
2008	52,4	369,5	0,71	60,0	350,8	0,59	67,3	691,5	1,03
2009	54,7	92,6	0,16	62,9	158,2	0,25	71,1	167,5	0,24
2010	57,2			66,1			75,0		
TOTAL		7914,4			10862,7			14254,3	

— pentru zona de vîrf și semivîrf a curbelor de sarcină în scenariul maxim și mediu este selectată o putere nouă de 249 MW în centrale hidroelectrice cu lacuri de acumulare și de 182 MW în scenariul minim;

— investițiile totale necesare realizării celor trei programe optime sînt de circa 7,9 mld. $ pentru scenariul minim, de circa 10,9 mld. $ în scenariul mediu și de circa 14,3 mld. $ pentru scenariul maxim (tabelul 6).

Din compararea evoluției an de an a necesarului de investiții pentru programul de dezvoltare a centralelor electrice cu evoluția produsului intern brut rezultă valori cuprinse între 0,16% și 3-78% pentru scenariul minim, de 0,25 % și 3,93% pentru scenariul mediu și de 0,24 % și 4,56% pentru scenariul maxim.

Tabelul 7

Rezultatele analizelor de sensibilitate

-10^2 US$ —

	Scenariul minim	Scenariul mediu	Scenariul maxim
1. Soluția optimă de referință			
Rata de actualizare :			
10%	18,106	20,585	22,894
2. Analiza de sensibilitate			
2.1 Rata de actualizare :			
8%	21,347	24,343	27,150
15%	12,761	14,404	15,922
2.2 Escaladarea prețului gazului natural cu			
1992—1995 : 5%			
1996—2000 : 23%			
2001—2010 : 45%			
Rata de actualizare :			
8%	22,343	26,010	29,457
10%	18,825	21,796	24,574
15%	13,093	14,972	16,711
2.3. Escaladarea prețurilor tuturor combustibililor cu :			
20%			
Rata de actualizare :			
10%	20,752	23,512	26,051
3. Înlocuirea centralelor cu ciclu combinat cu CNE			
Rata de actualizare :			
8%	19,903	24,935	28,198
10%	18,686	21,741	24,705
15%	13,598	15,996	18,326

Analizele de sensibilitate (tabelul 7) a acestor programe la creșterea prețului gazelor naturale cu 5% față de 1992—1995, cu 23% în perioada 1996—2000 și cu 45% în perioada 2001—2010, indică o favorizare a centralelor nucleare de tipul 2 (continuarea lucrărilor la CNE Cernavodă — gr. 3, 4, 5). Același efect îl are și creșterea prețului tuturor combustibililor cu 20% față de 1992 în întreaga perioadă de studiu.

Analizele de sensibilitate privind creșterea ratei de actualizare de la 10% la 15% au ca efect dezavantajarea programului nuclear.

* * *

Programele de dezvoltare optimă rezultate din analizele efectuate constituie un prim element pus la dispoziția decidentului pentru orientarea strategiei de dezvoltare. Aceste programe trebuie să fie analizate din punct de vedere financiar pentru a se stabili în ce măsură există posibilități de acoperire a resurselor financiare solicitate pentru investiții și combustibil.

Strategia de dezvoltare a sistemului energetic se stabilește în urma unor studii complexe, în care se analizează transportul combustibililor comparativ cu amplasarea centralelor și cu transportul energiei electrice. Astfel, în condițiile în care opțiunile prezentate în programul de dezvoltare al capacităților de producție au suport financiar urmează studiile de profil și amplasament, ce au în vedere funcționarea SEN în condiții de siguranță și stabilitate. De asemenea, se analizează și modul în care structura parcului de centrale asigură manevrabilitatea sistemului, reglajul de frecvență-putere, reglajul de tensiune etc.

Trebuie avut în vedere că în perioada actuală evaluările privind dezvoltarea economico-socială a României sînt deosebit de incerte.

Datorită acestei situații care afectează substanțial conținutul unor date de intrare, astfel de analize trebuie reactualizate cu o frecvență mai mare, pe măsură ce datele de intrare pot fi evaluate cu o încredere mărită.

Se observă că structura soluțiilor în cele trei scenarii este similară, aceasta diferind numai prin momentele de punere în funcțiune, care sînt din ce în ce mai îndepărtate în timp pe măsură ce consumul se reduce de la scenariul superior la scenariul inferior.

(Primit la 26 aprilie 1993, acceptat la 7 septembrie 1993)

Eficiența energetică, obiectiv prioritar al producătorilor și consumatorilor de energie

Prof. dr. ing. AURELIU LECA, ing. GHEORGHE IVDRE, ing. PETRU IFTIMIE*

Articolul prezintă elementele principale ale unui nou sistem adoptat de țări cu energie dezvoltată, concretizat într-o strategie de planificare integrată a producției, transportului și consumului de energie, în care procesul de producere și consum de energie este analizat ca un întreg, ca un sistem care intră în relație cu exteriorul reprezentat de constrîngerile de mediu și ale restului societății.

Trebuie schimbat modul tradițional de abordare a strategiilor bazate pe opțiuni convenționale privind producția de energie.

Se are în vedere eficientizarea întregului lanț energetic de la producător la consumatorul de energie, eficiența fiind înregistrată global.

The article presents the main elements of a new system adopted by developed energy countries, consisting of an integrated planning strategy of the energy generation, transmission and consumption where the energy generation and consumption are analysed as a whole as a system interacting with the external factors represented by the environmental restrictions and the rest of the society.

The traditional way of approaching the strategies based on conventional options as regards the energy generation, has to be changed. The entire energy chain from the energy producers to the consumers has to be taken into consideration for making it efficient, the efficiency being considered globally.

Descriptori: eficiență, energie

În condițiile economiei de piață, eficientizarea activităților constituie o condiție primordială de existență a oricărui agent economic.

În contextul relațiilor economice de piață, analiza segmentată a lanțului energetic de la sursă la producător, așa cum se face în mod obișnuit, nu scoate în evidență toate elementele care pot să ducă la obținerea unei eficiențe maxime pe ansamblul producător-consumator.

În ultimul timp, procesele și programele de îmbunătățire a eficienței energetice globale de la producător la consumator sînt definite prin conceptele de „Energy Management" în țările europene și „Demand-Side Management" (DSM) în S.U.A.

Deoarece cererile de energie ale consumatorilor pot fi satisfăcute numai în măsura în care producătorii au capacități disponibile corespunzătoare, stimularea consumatorilor de a alege procesele tehnologice cele mai eficiente din punct de vedere energetic reduce efortul producătorilor în efectuarea de noi investiții și în achiziționarea de combustibil.

Furnizorii de energie trebuie, totuși, să facă față la presiuni și provocări tot mai mari rezultate din:

— impactul global pe care îl are activitatea lor asupra mediului înconjurător;

— costul foarte ridicat pentru noile capacități de producere a energiei;

— incertitudini asupra creșterii consumului;

— restricții privind amplasarea noilor capacități;

— problemele pe care le creează consumatorilor creșterea prețului la energie.

Problema reducerii impactului creșterii costurilor furnizorului asupra tarifelor și a relațiilor cu consumatorii săi a dus la reexaminarea opțiunilor pentru planificatorii și proiectanții furnizorilor.

Fiind bazată pe minimizarea costurilor, planificarea integrată a resurselor este echivalentă

* Regia Autonomă de Electricitate — RENEL

ca terminologie cu planificarea la costuri minime (Least Cost Planing — LCP).

Astfel, printr-un sistem optim de avantaje (stimulente), pe care furnizorul le asigură consumatorului, se poate ajunge la un înalt grad de eficientizare globală a lanțului energetic.

Eficiența energetică globală a lanțului producător-consumator a fost și este influențată de sistemele economice specifice fiecărei țări.

În general, este recunoscut că economiile energetice ale țărilor Europei de est (foste socialiste), practic nu funcționează încă în condițiile economiei de piață.

După aprecierile specialiștilor din cadrul Comisei Economice pentru Europa a Națiunilor Unite (5) acest fapt se datorează, în principal, următoarelor trei motive:

a) Dimensiunile catastrofale ale moștenirii trecutului, care va trebui depășită, subliniindu-se:

— structura excesiv de energointensivă a industriei;

— axarea pe surse interne scumpe de energie;

— predilecția politicilor energetice din trecut pentru soluții din domeniul livrării în detrimentul controlului asupra cererii de energie;

— descurajarea inițiativelor de jos în sus.

b) Greutățile întîmpinate în economia energetică atunci cînd se asimilează o nouă concepție în spiritul economiei de piață, precum:

— deschiderea limitată spre inițiative de concesionare sau privatizare în domeniul energetic, în comparație cu alte ramuri ale economiei;

— inerția furnizorilor de energie și a industriilor energointensive care nu sunt capabile să se adapteze în timp util la noi tehnologii, care sînt limitate de lipsa capitalului și de o pătrundere lentă a conceptelor și instrumentelor manageriale;

— absența participării la acțiuni concurențiale internaționale, remarcîndu-se că sînt puțini cercetătorii, administratorii sau managerii care au avut ocazia să lucreze în străinătate.

c) Strategiile concurențiale care au impact asupra reformelor energetice, precum:

— dobînzi ridicate și resurse insuficiente, care duc la reducerea investițiilor pentru modernizarea industriei energetice;

— strategiile sociale care moderează creșterea prețurilor la energie și reducerea subvențiilor consumatorilor;

— strategiile de utilizare a forței de muncă, întîrziindu-se prin acestea închiderea unităților energetice neprofitabile și a industriilor energointensive;

— gradul de siguranță al strategiilor de livrare, care are ca scop realizarea sau menținerea unui anumit grad de independență energetică prin diversificarea comerțului cu combustibili și a proveniență acestora (problema unor relații comerciale stabile și sigure este deosebit de importantă).

1. Elemente care condiționează implicarea furnizorului în procesele de utilizare eficientă a energiei la consumatori

Creșterea încasărilor și a profitabilității fiecărui agent economic este o cerință vitală.

Din punctul de vedere al furnizorului, trebuie reținute următoarele aspecte:

a) Orice cantitate de energie pe care o vinde un furnizor, indiferent cît costă producerea, contribuie la mărirea încasărilor.

b) Orice cantitate de energie economisită prin măsurile de eficiență, oricît de puțin ar costa aceste măsuri, reduce încasările furnizorului.

Bineînțeles că instrumentul de reglare a situației financiare a furnizorului și a veniturilor lui îl reprezintă politica sa de tarifare. Rezultă, deci, că participarea furnizorului la procesele de utilizare eficientă a energiei la consumatori este direct dependentă de mecanismul de elaborare și aprobare a tarifelor, de cadrul legislativ care reglementează funcționarea acestui mecanism.

În general, în practica majorității statelor, prețurile la energie sînt sub controlul autorității publice, ele avînd importante funcții în realizarea politicilor de utilizare a resurselor și în prevenirea unor fenomene inflaționiste.

Un exemplu privind modul tradițional de aprobare a tarifelor în USA relevă următoarele etape pentru stabilirea tarifelor:

I. În prima etapă, Comisia pentru Utilități Publice însărcinată cu aprobarea tarifelor stabilește pe baza analizei pieții capitalului, rata de amortizare permisă pentru furnizor.

În acest model tradițional, furnizorul face investiții sau înregistrează o serie de cheltuieli, după care solicită comisiei aprobarea ca ele să fie prinse în costuri. Comisia are autoritatea să dezaprobe orice costuri pe care le consideră nejustificate sau imprudente.

II. În etapa a doua, după stabilirea necesarului de încasări urmează distribuirea lor pe categorii de consumatori, în funcție de segmentele de piață deservite, de exemplu: consumatorii casnici, comerciali și industriali.

III. Etapa a treia este destinată proiectării propriu-zise a tarifelor, fază în care, bazîndu-se pe propunerile furnizorului, Comisia stabilește prețurile suportate de consumatorii din fiecare categorie.

În acest proces se folosesc încă două mecanisme pentru stabilirea tarifelor, și anume:

- clauza pentru ajustarea tarifelor la energie în funcție de prețul combustibilului, prin care

tarifele sînt ajustate periodic astfel încît costurile combustibilului să fie corect reflectate în încasările furnizorului;

● contul pentru „diferențiere" sau „echilibrare" prin care costurile, pozitive sau negative, sînt acumulate într-un cont ce trebuie să fie amortizat mai tîrziu. Într-un astfel de mecanism, participarea furnizorului la eficientizarea utilizării energiei la consumatori poate fi realizată pe baza unor eventuale „dispoziții" cu caracter administrativ pe care Comisia poate să i le transmită furnizorului. Avînd însă în vedere faptul că, pentru creșterea volumului de încasări, furnizorul este interesat să crească vînzarea, el nu are motive să contribuie din proprie inițiativă la îmbunătățirea eficienței utilizărilor finale.

Pe de altă parte, colectivitatea umană, în ansamblul ei, are nevoie pentru propria-i dezvoltare de o cît mai rațională utilizare a resurselor energetice. Pentru asigurarea utilizării eficiente a energiei, întreprinderile producătoare de electricitate reprezintă unul din factorii-cheie, care pot asigura acest deziderat. Pledează pentru această concluzie faptul că furnizorii de energie au relații contractuale cu consumatorii și că ei au personalul tehnic și posibilitățile financiare și de marketing capabile să contribuie la orientarea și sprijinirea politicilor de utilizare eficientă a energiei, cu atît mai mult cu cît ei au și obligația de a asigura această energie consumatorilor.

Implicarea în programele de gestionare a utilizării eficiente a energiei la consumatori, chiar în condițiile unor economii de piață foarte dezvoltate, nu se poate obține decît prin coordonarea activităților de producere și consum ale energiei printr-un ansamblu coerent de măsuri cu caracter legislativ,promovate de autoritatea publică pentru protejarea intereselor majore ale societății.

2. Considerații care susțin necesitatea unui cadru legislativ adecvat pentru promovarea eficienței energetice

În primul rînd, se are în vedere faptul că economia de energie este cea mai ușor disponibilă, cea mai puțin poluantă și cea mai puțin costisitoare resursă dintre toate resursele energetice existente.

În al doilea rînd, presupunem că se poate obține un cît mai mare potențial de economisire prin măsuri legislative și reglementări specifice.

Activitatea furnizorilor este reglementată prin acțiunea corpurilor legiuitoare tradiționale. Un corp legislativ care are autoritate directă asupra unui furnizor poate afecta acțiunile acestuia. El poate stimula furnizorul să-i determine, la rîndul său, pe consumatori sau pe ceilalți furnizori să promoveze măsurile dorite pentru eficientizarea consumului. Organismele guvernamentale autorizate să elaboreze standarde pot contribui, de asemenea, la eficiența energetică. Agențiile autorizate pentru protecția sanitară și protecția mediului pot avea și ele influență asupra eficienței energetice. Pot exista, de asemenea, agenții private sau guvernamentale însărcinate cu modalitățile și mijloacele de asigurare a cercetării și dezvoltării noilor tehnologii, care pot contribui la creșterea eficienței energetice. Bineînțeles că și partidele sau grupurile politice care au inițiativă legislativă pot fi considerate ca factori, avînd autoritatea de a acorda facilități, subsidii și alte stimulente, ca și dreptul de a impune costuri, calificînd drept costuri interne unele care erau considerate costuri externe.

O a treia observație, pe care trebuie să o facem, este că abordarea problemei eficienței energetice la consumatori se reflectă la fel, indiferent de modul de proprietate asupra instalațiilor și echipamentelor furnizorului; el se va confrunta, oricum, cu problema pierderilor la încasări, datorate reducerii vînzărilor în urma eficientizării consumului.

O a patra și ultimă considerație se referă la piața energiei. Teoretic, într-o piață liberă, perfectă, în care costul resurselor ar reflecta în întregime costurile societății, costul efectiv al măsurilor de eficiență energetică ar fi și el afectat și ar fi nevoie de foarte puține măsuri de intervenție legislativă pentru a impune programele de eficiență. Dar piața este imperfectă și apar numeroase obstacole în calea acestor programe. Prețurile nu reflectă costurile pe termen lung și, chiar atunci cînd o fac, acestea nu includ în întregime costurile sociale. Un exemplu simplu îl reprezintă utilizarea unei lămpi cu incandescență de 60 W, care în USA costă 40 cenți și are durata de viață 1000 ore. Pentru a evita prea dese drumuri la magazin, consumatorii cumpără becurile în pachete de patru sau mai multe bucăți.

În același timp, pe piață se găsește lampa fluorescentă, care costă 19 $, dar are durata de viață de 9000 ore și puterea de numai 15 W, producînd același flux luminos. Conform reclamei producătorului, ea va economisi 25 $ în energia electrică consumată pe durata de viață a lămpii, dacă prețul de vînzare cu amănuntul pentru energia electrică este 6 cenți/kWh și 40,5 $ dacă prețul energiei este de 10 cenți/kWh, făcînd deci avantajoasă cumpărarea lămpii. În conformitate cu Agenția pentru Protecția Mediului din USA, înlocuirea unui bec cu incandescență cu o lampă fluorescentă compactizată nu numai că realizează 37,5% rata de amortizare, dar evită și emisia în atmos-

feră a 16 kg/an CO_2, 0,635 kg/an SO_2 și 0,36 kg/an NO_x. Dar, pentru un consumator obișnuit să cumpere 4 becuri pentru 1,6 $, cumpărarea unei lămpi cu 19 $ poate fi descurajată, Și aceasta chiar în condițiile în care, cumpărînd lampa, el constată că nu trebuie adusă nici o modificare instalației electrice pentru a o putea folosi. Se constată, din acest exemplu, că, deși lampa fluorescentă economisește banii consumatorului și previne poluarea, piața descurajează cumpărarea unor astfel de lămpi. Există posibilitatea ca, în timp, piața să revină. Între timp, însă, se pierd avantajele eficienței energetice și se înrăutățește poluarea.

Pentru a surmonta aceste obstacole rezultate din imperfecțiunile pieții, este necesară promovarea unei legislații corespunzătoare, care, sprijinind planificarea la costuri minime, să determine furnizorul să investească în eficiența energetică.

3. Reforme necesare în sistemul de elaborare și aprobare a tarifelor la energie pentru promovarea eficienței energetice

În modul de elaborare și aprobare a tarifelor la energia electrică și termică se simte nevoia unor reconsiderări, care să determine furnizorul de energie să acționeze pentru creșterea eficienței utilizării la consumatori.

În acest scop, va trebui promovat un sistem de planificare, care să trateze economiile rezultate prin creșterea eficienței energetice pe picior de egalitate cu celelalte resurse folosite pentru producerea energiei.

Trebuie instituit un sistem de legi și reglementări, care să permită funizorului să obțină venituri prin promovarea măsurilor de economisire a energiei.

Folosind metoda planificării la costuri minime, se poate considera întregul potențial de resurse disponibile. Se va putea ține cont și de calculul efectelor asupra mediului înconjurător, de impactul social și riscurile și incertitudinile provocate de schimbările în plan social și economic.

Analizele necesare pentru planificarea pe termen lung trebuie să se bazeze pe evaluarea corectă a excesului de capacități de producție, eliminarea costurilor generate de centralele nenecesare și stabilirea unor posibilități de investiții pentru creșterea eficienței energetice.

Comisiile desemnate de autoritatea publică să analizeze și să aprobe tarifele pentru energie propuse de furnizori, în situația în care folosesc ca sistem de lucru planificarea la costuri minime, pretind furnizorilor să pregătească pentru aprobare, periodic, un plan pe termen lung.

Acest plan va trebui să conțină un spectru larg de opțiuni de resurse pentru asigurarea cererii și producției de energie, luînd în considerare o serie de scenarii de prognoză a evoluției consumului.

Promovarea pe scară largă a planificării la costuri minime a condus în USA la schimbarea anumitor concepte, dintre care menționăm:

— conceptul de conservare a energiei a fost înlocuit cu conceptul de eficiență energetică;

— accentul pus pînă acum pe prețul mediu a fost înlocuit cu o accentuare a valorii medii a facturii;

— furnizorii și-au schimbat rolul: de la furnizori de energie, la producători de servicii;

— conceptul conform căruia furnizorul este singurul care asigură energia a fost revăzut, pe piață apărînd și alți producători de servicii energetice, atît producători independenți de energie, cît și companii particulare de servicii energetice, toți acești parteneri concurînd pe piață în procese de licitație.

În plan social, planificarea la costuri minime a generat și alte fenomene, cum ar fi:

— o implicare mai importantă față de perioadele anterioare a autorității publice, prin verificarea de către aceasta a planurilor furnizorului;

— creșterea importanței considerentelor și costurilor legate de protecția mediului;

— realizarea unui mare număr de programe experimentale și program-pilot;

— stimularea apariției unei noi generații de consultanți în domenii noi de analiză, de colectare de date și de realizare de anchete.

4. Principii și metode de stimulare a furnizorului pentru promovarea eficienței energetice la consumator

Obiectivul comisiilor legiuitoare însărcinate cu promovarea eficienței energetice trebuie să fie schimbarea mecanismului tradițional de realizare și aprobare a prețurilor, astfel încît să permită nu numai depășirea obstacolelor, dar și stimularea promovării eficienței energetice de către furnizori. Deși fiind instituite de autoritatea publică, comisiile pentru utilități publice ar putea dispune furnizorului adoptarea unor măsuri, în ultima vreme ele trebuie să procedeze în așa fel încît să facă din conceptul de eficiență energetică o parte a culturii și filozofiei furnizorului, un deziderat pe care acesta să dorească să-l realizeze pentru că îi aduce beneficii. Cercetările recente au identificat trei probleme de bază, care se cer rezolvate pentru a stimula furnizorul să acționeze pentru

creşterea eficienţei utilizării energiei. Aceste probleme sînt :

— asigurarea recuperării în întregime şi în timp util a costurilor furnizorului, generate de programele de promovare a eficienţei ;

— compensarea pierderilor la încasări, generate de programele de eficienţă prin ajustarea tarifelor ;

— contraponderea riscurilor prin asigurarea unor bonificaţii superioare costurilor cu programele de eficienţă şi pierderilor la încasări.

Stimulentele trebuie gîndite diferit şi dimensionate în funcţie de specificul furnizorului. Trebuie să se ţină cont de : structura instalaţiilor furnizorului, cererea de putere, nivelul preţurilor, categoriile de consumatori pe care furnizorul îi deserveşte, concurenţă, situaţia financiară, obiectivele şi nivelul tehnic de informare al furnizorului. Plecînd de la aceste consideraţii, vom prezenta patru sisteme de stimulare a furnizorilor, utilizate în USA :

4.1. Mecanismul de ajustare a încasărilor pentru energia electrică (ERAM — Energy Rate Adjustment Mechanism)

Acest mecanism a fost adoptat în California, din 1978, şi lucrează în combinaţie cu clauza de ajustare a tarifelor la energia electrică, în funcţie de variaţia preţului la combustibil. Introdus iniţial ca un mijloc de asigurare a unei mai bune stabilităţi financiare a furnizorului, acest procedeu a fost lansat în ultima vreme ca un prim pas pentru reglarea gestiunii cererii de energie, în procesul de elaborare a tarifelor.

Acest sistem permite recuperarea pierderilor la încasări datorate creşterii preţurilor la combustibil prin ajustarea periodică a tarifelor. Fiecare tip de tarif utilizat de furnizor permite obţinerea unui nivel aprobat al încasărilor. Variaţiile încasărilor furnizorului sînt acumulate într-un cont ERAM. Se realizează apoi la intervale regulate anual, sau la o jumătate de an, o ajustare a facturilor consumatorilor, fie în sensul creşterii, fie în sensul reducerii.

Prin utilizarea acestui mecanism, vînzările furnizorului sînt separate de profituri, deoarece contribuţia vînzărilor la recuperarea costurilor fixe, care includ şi rata de recuperare a investiţiilor, este păstrată constantă. Cîştigurile furnizorului pe termen scurt, rezultate din promovarea vînzărilor, sînt eliminate pe termen scurt, rezultate din promovarea vînzărilor, sînt eliminate ca şi fluctuaţiile referitoare la condiţiile meteorologice. Acţionînd astfel, ERAM ajustează şi pierderile la încasări, generate de eforturile de eficientizare a consumurilor. În ciuda evidentei separări a beneficiilor de variaţia vînzărilor, ERAM prezintă o serie de neajunsuri. Avocaţii consumatorilor au argumentat că acest mecanism aruncă riscurile de la acţionarii furnizorilor la consumatori şi că izolează furnizorul de influenţele concurenţei.

Anumiţi furnizori argumentează că, prin acţiunea acestui mecanism, înregistrează o reducere a profiturilor. În plus, ERAM nu asigură că furnizorii vor adopta opţiunile bazate pe cost minim atît timp cît costurile depăşite sînt acoperite prin clauzele de ajustare a preţurilor la energie în raport cu preţurile la combustibil.

4.2. Mecanismul de acceptare a variaţiei încasărilor în funcţie de numărul de consumatori (RPC — Revenue per Customer)

Spre deosebire de sistemul prezentat în paragraful anterior, acest nou mecanism de aprobare a tarifelor furnizorului stimulează furnizorul prin acceptarea creşterii volumului său de încasări odată cu creşterea numărului de consumatori alimentaţi.

În acest nou sistem, simbolizat RPC, elaborat în urma unui proces de colaborare între furnizori, avocaţii consumatorilor, organizaţiile de protecţie a mediului şi personalul Comisiei pentru Utilităţi Publice din statul Washington, este permisă modificarea cifrei de încasări în funcţie de numărul de consumatori alimentaţi. Această soluţie s-a impus ca o consecinţă directă a planificării la costuri minime şi ea deplasează accentele de la preţuri coborîte la valori mici ale facturilor plătite de consumatori.

Ca o sumară prezentare putem spune că în metoda RPC cerinţele pentru încasări sînt împărţite în două componente : costurile resurselor şi costurile de bază. Această împărţire este similară împărţirii în costuri variabile şi fixe, deşi, la o analiză mai atentă, procesul de separare a costurilor este mai complicat. Costurile pentru resurse sînt direct legate de producerea energiei vîndute, incluzînd şi investiţiile în măsurile de eficientizare a consumului. Costurile de bază sînt cele independente de cantitatea de combustibil consumată. Recuperarea costurilor pentru resurse se face printr-un mecanism separat. Prin împărţirea costurilor de bază la numărul total de consumatori se determină o valoare medie a încasării pe consumator independentă de cantitatea de combustibil sau resurse consumată. Această valoare se adună cu cea corespunzătoare recuperării costului resurselor consumate. Valoarea încasării pe consumator, datorată costurilor fixe, rămîne constantă pînă la revederea generală a sistemului de tarifare. Consumatorii sînt tarifaţi, deci, pînă la revederea globală a tarifelor, care poate fi la trei ani sau o altă peri-

oadă stabilită, în funcție de cantitatea de energie consumată, măsurată în kWh sau pe baza puterii absorbite, determinîndu-se astfel evoluția reală a încasărilor.

La sfîrșitul fiecărui an tarifar se fac însă ajustări. Ajustările anuale care se fac privind componența referitoare la costurile resurselor permit recuperarea anuală a investițiilor în măsurile de eficientizare și elimină obligația furnizorului de a suporta aceste costuri pînă la o nouă revedere generală a tarifelor. Componența costului de bază este ajustată prin compararea încasărilor companiei furnizoare cu produsul dintre încasarea aprobată pe consumator și numărul mediu de consumatori. Diferența dintre încasările aprobate și încasările realizate se reflectă apoi în schimbări ale tarifelor în anul următor, fie printr-o creștere a acestora, fie printr-o reducere a lor.

Deoarece încasarea pe consumator, aprobată pentru costurile de bază, rămîne aceeași, dacă furnizorul poate asigura consumatorilor alimentarea la un cost mai mic decît cel aprobat pe consumator, el poate realiza profit suplimentar. Cîștigurile furnizorului fiind direct legate de numărul consumatorilor alimentați, el va realiza profituri direct proporționale cu capacitatea sa de a menține costurile reduse, în timp ce numărul consumatorilor alimentați crește.

Furnizorii sînt foarte mulțumiți de această soluție. În diverse publicații care prezintă schimbările sistemelor de reglementare a activității furnizorilor, RPC este denumită o metodă tip „cîștig-cîștig", capabilă să înlăture un important obstacol care bloca măsurile de eficientizare a consumului. Stimulentul de bază nu mai constă din vînzarea unei cantități cît mai mari de energie, ci din deservirea unui număr cît mai mare de consumatori cu cea mai mare eficiență posibilă.

Ca și ERAM, RPC este considerat ca un prim pas care separă profiturile realizate de furnizor de volumul vînzărilor sale.

4.3. Finanțarea și aplicarea de către furnizor a unor măsuri de economisire a energiei la consumatori

Spre deosebire de sistemele prezentate anterior, care își propuneau doar să asigure stimularea furnizorului în situația reducerii volumului de vînzări și, implicit, a volumului de încasări, în următoarele două metode de determinare a furnizorului să participe la eficientizarea consumurilor de energie, acesta va avea un rol mult mai activ. Bazat, în principal, pe reducerea investițiilor în noi capacități necesare pentru a acoperi eventualele creșteri de consum, furnizorul va prefera să investească la consumator în tehnologii și măsuri de eficientizare a utilizării energiei, evitînd astfel creșterile de consum.

Cele două exemple care urmează în continuare sînt utilizate în statul Oregon, unde nu s-a aplicat încă niciodată clauza de ajustare a tarifelor în raport cu prețul combustibilului și nici un alt mecanism de decuplare a profiturilor de vînzări.

4.3.1. Taxa pentru serviciul de alimentare cu energie (Energy Service Charge — ESC). Acest sistem este un exemplu de obținere de beneficii reciproce de pe urma economisirii energiei atît pentru furnizor, cît și pentru consumator. El este aplicat de compania de electricitate din Oregon pentru utilizarea eficientă a energiei în clădirile consumatorilor comerciali. În sistemul ESC, furnizorul finanțează aplicarea măsurilor de economisire a energiei la consumatori, care rambursează în timp contravaloarea acestei investiții cu o dobîndă convenită. Furnizorul obține astfel recuperarea acestei investiții, realizînd și încasări pentru energia consumată de consumatori. Consumatorul, la rîndul său, realizează beneficii rezultate din reducerea consumurilor sale de energie și, implicit, reducerea costurilor cu energia.

Beneficiile realizate de furnizori și consumatori se repartizează între aceștia în funcție de costul măsurilor de economisire, de prețul de vînzare al energiei și de cantitatea de energie pe care consumatorul trebuie să o plătească furnizorului.

Compania Pacific Power and Light din Oregon și-a modificat propunerile inițiale și a realizat chiar mai mult, creînd un program de împrumuturi.

Furnizorul asigură, în cadrul acestui program, asistența necesară consumatorului pentru a determina cele mai adecvate măsuri de folosire eficientă a energiei, costurile lor și pentru a anticipa valoarea economiilor care se vor realiza. Tot furnizorul asigură, cu o anumită dobîndă, capitalul necesar pentru a plăti instalarea măsurilor stabilite și urmărește apoi verificarea performanțelor pentru a se asigura că economiile se realizează. Consumatorul semnează un contract cu furnizorul, angajîndu-se să ramburseze împrumutul într-un termen care, de regulă, coincide cu durata de viață a echipamentelor instalate. Pentru a face sistemul și mai atractiv pentru consumatori, termenele de plată sînt flexibile. Pentru a-l asigura pe consumator că va realiza economii, mărimea dobînzii este limitată, astfel încît consumatorul să nu plătească mai mult de 95% din valoarea economiilor realizate.

ESC este gîndită astfel încît să asigure eficiență energetică cu costuri minime.

Programul este astfel conceput și realizat încît să se recupereze costurile inițiale și pier-

derile la încasări, fără a pretinde o contribuţie din partea consumatorilor neimplicaţi în program şi fără a conduce la creşteri ale preţurilor.

Există însă şi o serie de aspecte critice ale ESC şi anume :

a) nu încurajează suficient furnizorul să investească în resursele cu cost minim sau să achiziţioneze toate mijloacele destinate eficienţei energetice, avînd o insuficientă pătrundere pe piaţă ;

b) pentru a atinge nivelul dorit de pătrundere pe piaţă, rata de recuperare a investiţiei făcută la consumator trebuie adesea foarte mult diminuată ;

c) fără un mecanism de penalităţi şi recompense, bazat pe performanţa măsurilor aplicate, furnizorul nu poate fi stimulat să ia aceste măsuri ;

d) dacă programul nu reuşeşte să realizeze măsurile de eficienţă energetică propuse, furnizorul nu este penalizat financiar sau în alt mod. El va recurge doar la resurse de producere mai costisitoare, pentru care vor trebui să plătească toţi consumatorii alimentaţi.

Avînd în vedere aceste observaţii, în Oregon a fost aprobată şi o altă metodă, care asigură furnizorului o recompensă cu atît mai mare cu cît creşte gradul de pătrundere pe piaţă a acestei metode.

4.3.2. Distribuirea echitabilă între furnizor şi consumator a beneficiilor rezultate din programele de eficienţă (SAVE — Share All Value Equitably)

Acest program permite furnizorului să-şi recupereze încasările pierdute din cauza scăderii vînzărilor şi să cîştige stimulente suplimentare, bazate pe economiile de capital realizate.

Programul prevede investiţii efectuate de către furnizor pentru realizarea de instalaţii şi măsuri de economisire a energiei la consumatori. În cadrul acestui program, furnizorul realizează economii prin evitarea unor investiţii în capacităţi noi de producţie, valoarea investiţiilor la consumatori fiind mult mai mică. Consumatorul contribuie la realizarea programului prin acceptarea creşterii preţului unitar la energie, dar cu reducerea valorii totale a facturii datorită scăderii consumului.

Furnizorul îşi poate reduce costurile sale crescînd corespunzător contribuţia participantului la implementarea măsurii. O asemenea politică duce însă la scăderea pătrunderii pe piaţă a măsurii respective, numărul de consumatori care o vor adopta fiind cu atît mai mic cu cît costurile pe care ei trebuie să le suporte vor fi mai mari.

Această metodă este folosită de furnizor pentru a încuraja dezvoltarea unor programe pe categorii de consumatori. Piaţa pe care aceste programe sînt gîndite să pătrundă este segmentată în următoarele patru categorii de consum : consum casnic cu încălzirea electrică a spaţiului, consum casnic fără încălzire electrică, consum comercial şi consum industrial.

Caracteristicile acestui tip de program sînt :

a) stimulentele pe care le asigură sînt orientate spre încurajarea gradului de pătrundere pe piaţă a măsurilor de economisire ;

b) este un program bazat pe performanţa măsurilor de eficienţă. Furnizorul poate fi penalizat sau recompensat în funcţie de nivelul de performanţă ;

c) este un program complicat, mai ales pentru cazurile în care furnizorul de energie are multe tipuri de subprograme de stimulare a eficienţei energetice.

5. Costuri înregistrate de producătorii de energie electrică pentru promovarea programelor de eficienţă energetică

În politicile de planificare a resurselor financiare, promovate de o mare parte din furnizorii de energie electrică, iniţierea, promovarea şi urmărirea programelor de utilizare eficientă a energiei la consumatori este asigurată prin alocarea unor sume din ce în ce mai considerabile. Bazată pe analize financiare de fond, pe evaluarea riscurilor şi pe eficientizarea utilizării resurselor necesare pentru producerea energiei electrice, finanţarea programelor DMS a devenit o preocupare tot mai accentuată, fiind întreţinută şi de introducerea sistemelor de stimulare financiară a furnizorilor, pentru promovarea măsurilor de utilizare eficientă a energiei.

Numai în 1991, industria energiei electrice din USA a cheltuit 1,5 miliarde dolari pentru programele Demand-Side Management. Există ramuri industriale care examinează proiecte anuale de cheltuieli pentru eficienţa energetică, în valoare de 5 miliarde de dolari pentru 1995, şi, probabil, 10 miliarde dolari pînă în anul 2000. Unii furnizori de electricitate din USA sînt foarte activi şi cheltuie acum între 3 şi 5% din venitul lor brut pentru programele DSM, conform situaţiei din tabelul 1.

O serie de furnizori cu programe mai agresive estimează să acopere o mare parte din creşterea prognozată a cererii de energie din astfel de programe pînă în anul 2000.

Un exemplu mai detaliat asupra dezvoltării strategiei de promovare a eficienţei energetice îl putem oferi prezentînd acţiunile Companiei BOSTON EDISON. Implementarea programelor DSM în cadrul acestei companii a început în anul 1987 ; în perioada 1987 — 1991,

Tabelul 1

Cheltuieli pentru programele DSM ale principalilor furnizori din SUA, ca procent din încasări pentru anul 1990 (cifrele pentru 1992 sunt substanţial mai mari

Compania	Bugetul pentru DSM (mil. $)	% din venituri
NEW ENGLAND ELECTRIC	65	4,1
CENTRAL MAINE POWER	27	3,9
WISCONSIN ELECTRIC POWER	50	3,3
PACIFIC GAS AND ELECTRIC	158	2,5
PUGET POWER	20	2,2
SAN DIEGO GAS AND ELECTRIC	29	2,2
UNITED ILUMINATING	10	1,9
NORTHEAST UTILITIES	40	1,9
LONG ISLAND LICHTING	37	1,6
BOSTON EDISON	19	1,5
DUKE POWER	54	1,5
COMMONWEALTH ENERGY	11	1,4
NYSE & G	16	1,1
NIAGARA MOHAWK	31	1,1
SO. CALIFORNIA EDISON	68	1,0
CON. EDISON, NY	40	0,7

compania a investit în aceste programe 95,6 mil. $, reuşind să antreneze participarea unui număr de 244 292 consumatori, obţinîndu-se o economie totală de energie de peste 228,77 GWh, cu o reducere a puterii consumate de 110,69 MW. Pentru obţinerea acestor rezultate a fost promovat un număr de nouă programe de eficientizare a consumului casnic, pentru care compania a investit — în cei cinci ani — 30,412 mil. $, antrenînd un număr de 239 088 consumatori, economia realizată în urma acestor programe fiind de 53,65 GWh, iar puterea redusă la vîrf fiind de 13,847 MW.

În paralel, s-a promovat un număr de alte nouă programe de eficientizare pentru consumatori industriali şi comerciali, care au costat peste 65,25 mil. $, antrenînd 5 204 consumatori şi reuşindu-se economisirea a 175,12 GWh şi o reducere a consumului de putere la vîrf de 96,84 MW. Cifrele de mai sus îşi dovedesc adevărata valoare şi ilustrează şi mai convingător dimensiunea eforturilor făcute de companie, precum şi rezultatele spectaculoase obţinute, dacă se ţine seama de faptul că este vorba de o companie de electricitate de dimensiuni mult mai mici decît RENEL. BOSTON EDISON deserveşte un număr de circa 640 000 consumatori din oraşul Boston şi alte 39 orăşele, a căror populaţie totală este de 1 500 000 locuitori, distribuiţi pe o suprafaţă de circa 900 km².

Asemenea exemple, analizate în detaliu, înţelese şi apreciate corect de către specialiştii RENEL, pot fi folosite pentru valorificarea resurselor de eficientizare existente în ţara noastră.

6. Posibilităţi şi perspective ale dezvoltării activităţilor de utilizare eficientă a energiei în cadrul RENEL

Situaţia consumului şi producţiei actuale de energie electrică şi termică în România, confruntată cu structura resurselor primare, necesare acoperirii cererilor de consum, sugerează multiple posibilităţi de aplicare a programelor de eficientizare a consumului, cu avantaje atît pentru RENEL, cît şi pentru consumatorii săi şi, în ultimă instanţă, cu mari beneficii pentru societatea şi economia românească.

În primul rînd, o privire asupra necesarului de resurse primare relevă faptul că actuala structură a producţiei de energie reclamă pentru RENEL importarea de păcură pentru termocentrale în valoare de 300 mil. $ anual. Avînd în vedere faptul că păcura importată are, în general, un conţinut ridicat de sulf, iar instalaţiile în care ea este folosită prezintă diferite grade de uzură, neexistînd nici echipamente de filtrare necesare, costurile menţionate sînt suplimentate şi de costurile provocate de efectele negative asupra mediului ambiant. În aceste condiţii, reducerea consumului are efecte benefice, atît asupra efortului financiar al RENEL, cît şi asupra mediului înconjurător, reducerea efortului financiar şi a costurilor RENEL reflectîndu-se şi într-o reducere corespunzătoare a tarifelor pe ansamblu, în avantaje pentru toate categoriile de consumatori.

Pe de altă parte, structura consumului de energie din România, preponderent consumul industrial, este destinat realizării unui mare număr de produse energointensive, cum sînt: oţel, ciment, amoniac, îngrăşăminte chimice, aluminiu etc.

Această gamă de produse energointensive, prin propriul proces de producţie, este realizată în general, folosind tehnologii învechite, caracterizate de consumuri specifice mari, folosind utilaje cu randamente modeste, ceea ce conduce la creşteri valorice mari ale indicatorului sintetic intensitate energetică.

Exprimată prin raportul consum de energie pe 1000 $ din produsul intern brut, intensitatea energetică pentru anii 1989 şi 1990 din România, are, comparativ cu cea înregistrată în ţările din Europa de vest, valorile prezentate în tabelul 2.

Se observă, comparînd datele din tabel, că intensităţile energetice realizate în România sînt mult mai mari decît cele corespunzătoare ţărilor europene, ceea ce pune în evidenţă resursele de economie existente.

Tabelul 2

Intensităţile energetice (1989 şi 1990)

	România		Ţările Europei de Vest	
	1989	1990	1989	1990
Energie primară Intensitate (tep/1000 $)	(0,87)	(0,76)	(0,35)	(0,35)
GJ/10³ $	36,5	32	14,7	14,7
Energie finală Intensitate (tep/1000 $)	(0,63)	(0,54)	(0,25)	(0,25)
GJ/10³ $	26,5	22,7	10,5	10,5
Electricitate Intensitate (kWh/$)	(0,75)	(0,64)	(0,48)	(0,47)
GJ/10³ $	31,5	26,9	20,2	19,7

1 tep = 41,86 GJ

Ajustarea structurală a economiei, retehnologizarea şi renunţarea la o serie de produse, utilaje energofage, care reprezintă elemente esenţiale ale programului de reformă economică, răspund şi cerinţelor impuse de îmbunătăţirea eficienţei energetice.

Privind numai sectorul industrial, nu toată economia pe ansamblu, se constată că intensitatea energetică a sectorului industrial românesc, exprimată în tone echivalent petrol, raportate la 1000 $ producţie industrială, este de patru ori mai mare decît cea corespunzătoare ţărilor OECD şi de două ori mai mare decît valoarea medie corespunzătoare ţărilor din Europa de est.

Plecînd de la aceste realităţi, RENEL îşi propune modificarea atitudinii sale faţă de modul de utilizare a energiei la consumatori, precum şi faţă de modul de planificare a resurselor utilizate pentru procesele de producere şi consum al energiei.

Pentru anul 1993, ca un prim pas în această direcţie, RENEL a alocat 2 miliarde lei pentru îmbunătăţirea eficienţei de utilizare a energiei termice şi electrice la consumatori. Această sumă este distribuită după cum urmează :

A.1 — 1 miliard lei pentru creşterea eficienţei sistemului de termoficare într-o microzonă de blocuri de locuinţe în Bucureşti.

B.1 — 1 miliard lei pentru creşterea eficienţei energetice prin :

- introducerea acţionării cu motoare electrice cu turaţie variabilă în două combinate de prelucrare a petrolului şi la Regia de Ape Bucureşti ;
- introducerea unui sistem computerizat de supraveghere, măsură şi gestionare în timp real a energiei electrice şi termice consumate, la două combinate de prelucrare a petrolului.

Este un început, care se va continua prin permanentizarea activităţilor de raţionalizare a utilizării energiei în cadrul tuturor filialelor RENEL, atît pe partea de producere a energiei electrice şi termice, cît şi pe partea de transport şi distribuţie a energiei electrice şi termice.

Concluzii

Articolul încearcă să pună în evidenţă faptul că, pentru creşterea eficienţei cu care se utilizează energia, producătorul de energie trebuie să aibă un rol foarte important. Prin posibilităţile sale de acţiune, furnizorul se poate implica direct în analiza şi selecţia măsurilor prin care consumatorii pot să-şi îmbunătăţească performanţele lor energetice.

El trebuie însă stimulat şi sprijinit în aceste eforturi de către autoritatea publică, de toţi factorii de decizie care controlează interesele majore ale economiei naţionale.

Această politică de coordonare a eforturilor pentru obţinerea eficienţei energetice la consumatori, integrată ca problematică a activităţilor furnizorului, este cunoscută în Europa sub numele de ENERGY MANAGEMENT, iar în USA sub numele de DEMAND SIDE MANAGEMENT.

Pentru a fi siguri că potenţialul de îmbunătăţire a eficienţei este folosit la maximum posibil, trebuie îndeplinite trei condiţii de bază, şi anume :

a) Trebuie să existe un proces de planificare integrată a resurselor, în care opţiunile pentru eficienţa energetică să poată fi comparate, pe o bază consistentă, cu alte opţiuni privind resursele.

b) Pentru a considera în întregime beneficiile eficienţei energetice, costurile externe sistemului furnizor — consumator trebuie incluse în evaluarea opţiunilor pentru resurse în cursul procesului de planificare.

c) Trebuie depăşite semnificativ elementele descurajatoare, pentru a face profitabilă pentru furnizor investirea în resursele de cost minim.

O întrebare legitimă şi-o poate pune orice energetician care ia cunoştinţă de noul sistem de gestionare şi utilizare eficientă a energiei la consumatori, şi anume, cum se poate aplica acesta în cadrul RENEL, respectiv la nivelul consumatorilor de energie din România ?

S-ar putea scoate în evidenţă faptul că, în ceea ce priveşte consumul populaţiei, acesta este redus în comparaţie cu cel realizat de ţările în care se aplică DSM şi anume circa 1000 kWh/an şi abonat (90 kWh/lună şi abonat).

În aceste condiţii, efortul investiţional, care poate fi destul de important pentru eficientizarea acestei categorii de consum, nu s-ar justifica pe termen mediu (făcînd imposibilă recu-

perarea investiției din economiile ce se obțin). Nu în același mod se pune problema la distribuitorii și consumatorii de energie termică. Ținînd însă seama de ponderea mare a consumului industrial și a unor mari consumatori din sectorul agroalimentar, evident DSM trebuie direcționat către aceste sectoare și, cu precădere, către procesele energointensive.

Se pune problema găsirii soluțiilor practice de aplicare a acestora, începînd de la selectarea unui prim lot de consumatori, a căror eficientizare se justifică din punct de vedere tehnico-economic, și finalizîndu-se cu asigurarea surselor de finanțare, respectiv prin elaborarea programului de returnare a creditelor și dobînzilor.

Pentru a ieși din domeniul teoreticului, este necesar ca managerii să fie convinși să aplice acest nou sistem de tratare a eficienței energetice globale, mai ales cînd se pune problema schimbării mentalității lor.

Nu există un mecanism perfect și general valabil pentru soluționarea tuturor acestor probleme. Scopul este însă acela de a găsi un mecanism legislativ de reglare a relațiilor furnizor — consumator, pe baze economice, modificînd vechile sisteme de elaborare și aprobare a tarifelor pentru energie.

Fără o legislație adecvată, care să facă pentru furnizor la fel de profitabilă economisirea energiei, ca și vînzarea ei, aceste probleme nu pot fi rezolvate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Eachus, R. *Promoting energy efficiency trough regulation some experiments in the United States.* International Conference on Energy Consulting, Graz, Austria, 1991.

[2] Limaye, D. R. *Integrated resource planning Developing Least-Cost utility strategies.* International Conference on Energy Consulting, Graz, Austria, 1991.

[3] Rodgers, P. *Utility regulatory policy in the United States and Canada,* NARUC Compilation of Utility Regulatory Policy, USA, 1991—1992

[4] Sioshansi, F. P. *Demand-Side Management and environmental externalities. Ramifications on utility resource planning.* Utilities Policy, USA, October, 1992.

[5] Laponche, B. *La consomation d'énergie des pays D'Europe centrale. L'imperatif d'éficacité énrgétique* ICE, decembre, 1992.

[6] *Business opportunities in Eastern Europe par energy-efficient industrial products.* The Alliance to Save Energy.

[7] Brendow, K. *Energy Reforms in Central and Eastern Europe,* Sibiu, România, October, 1992.

[8] Edison B. *Demand Side Management anual report 1991.*

(Primit la 11 iunie 1993, acceptat la 21 iulie 1993)

(continuare din pag. 21)

Dar, ceea ce mi se pare foarte important, el a fost inițiatorul și realizatorul unui muzeu tehnic în București. Fost director al Școlii de Mecanici și Electricieni, cu ajutorul elevilor a construit machete și a adunat piese de valoare tehnico-istorică (vezi „moara cu făcaie" care—se—pare reprezintă primul model de turbină hidrulică de tip Pelton), confirmînd geniul românesc anonim pentru inventivitate și constituind bazele organizării unui minimuzeu.

Străduințele lui, rezultate dintr-un patriotism nedezmințit, a condus la realizarea mai tîrziu a unui muzeu sărac în aspect, dar bogat în conținut, localizat în parcul Carol.

Acest muzeu are elementele necesare pentru a putea deveni un posibil Muzeu Tehnic Național. Instituția a fost „păstorită" în perioada 1945— 1989 de fostul Minister al Energiei Electrice, iar după revoluție de actualul RENEL.

De aceea, considerăm că noi energeticienii avem o mare răspundere pentru soarta acestui obiectiv, care în mod sigur trebuie să devină o instituție de interes național.

Din nefericire, și spre rușinea noastră, „din tot felul de motive" muzeul este închis pentru public din 1985. Actuala clădire este complet necorespunzătoare (suferind din cauza cutremurului din 1977 etc.). Dar, chiar dacă ar fi reparată nu ar putea cuprinde decît circa 1/5 din valorile existente.

Din fericire, actuala conducere a RENEL-ului a fost receptivă față de, situația complet necorespunzătoare a acestui obiectiv și este dispusă să ia măsuri urgente, atît pentru „ceea ce se poate face provizoriu", cît și pentru aducerea la cunoștința forurilor de nivel național și obținerea ajutorului necesar pentru realizarea, într-un viitor nu prea îndepărtat, a Muzeului Tehnic Național, care să onoreze România prin scoaterea în evidență a inteligenței culturii tehnice și geniului inventiv al românilor.

Se pregătește și înființarea unei „Fundații" sau unei „Asociații" care să sprijine moral și material o asemenea acțiune și o astfel de instituție.

Noi, energeticienii, sîntem obligați să susținem această acțiune atît moral, cît și material.

Revista ENERGETICA va avea paginile sale deschise oricărui apel, intervenție sau acțiune în acest scop.

Considerații asupra funcționării și conducerii unui sistem energetic

Prof. dr. ing. GLEB DRĂGAN*
membru corespondent al Academiei Române

Un sistem energetic poate fi considerat ca un sistem cibernetic complex. Caracterul cibernetic al unui sistem energetic este determinat îndeosebi de faptul că acesta are conexiuni funcționale, în general de inadecvență, cu diferite subsisteme. Se știe că informația joacă un rol determinant în funcționarea și conducerea unui sistem energetic. Luînd, totodată, în considerare faptul că sistemul energetic este asemenea unui sistem cibernetic, se impune să se acorde o atenție deosebită sistemului informațional. În consecință este util să se stabilească diferite forme de reprezentare a informației: în acest sens se pot defini noi expresii pentru entropie, specifică unui sistem energetic: entropia statică, entropia structurală, entropia algoritmică, entropia spațială, entropia temporală.

A power system may be considered as a complex cibernetic system. The cibernetic character of a power system. is determined especially in point of the fact that this system has functional bundles, generally of inadequacy between different subsystem. It is known that the information plays a determinative role in operation and conduct of power system. Taking into account, at the same time, that power system looks like a cibernetic system, is imposed to grant a special atention to the information. Consequently it is useful to determine different forms of representation the information; in this sense can be defined new expressions for entropy, specifies for power system: statistical entropy, structural entropy, algorithmical entropy, spatial entropy, temporal entropy.

Descriptori: sistem energetic

Introducere

Din punctul de vedere al structurii și al caracteristicilor sale funcționale un sistem energetic poate fi considerat ca un sistem cibernetic complex.

Caracterul cibernetic al unui sistem energetic este determinat îndeosebi de faptul că acest sistem are legături funcționale, în general de inadecvare, cu diferite subsisteme. Atît sistemul propriu-zis, precum și subsistemele au aceleași scopuri finale care intervin în procesul de dezvoltare în timp și spațiu a sistemului, privind conducerea și funcționalitatea sistemului în ansamblul său.

Se știe că meritul ciberneticii este acela de a fi modelul logic al cauzei finale. Sistemul energetic fiind un sistem cu conexiuni inverse (deci un sistem la care se aplică principiul retroacțiunii) creează condiții pentru ca efectul să corecteze propria sa cauză.

Caracteristic acestor sisteme este reacțiunea de inadecvare, care are ca efect autodivizarea și autocontrolul și deci tendința de adaptabilitate. Prin aceasta, în structura și dinamica

* Universitatea Politehnică, București.

sistemului energetic se realizează un echilibru relativ între diferite niveluri structurale ale organizării funcționării sale. Orice acțiune de autoreglare, pe baza transmiterii și producerii informației, servește la îmbunătățirea structurii sistemului.

Considerarea sistemului energetic ca un sistem cibernetic presupune includerea omului în procesul de conducere și de autoconducere, cu atît mai mult cu cît dezvoltarea continuă a sistemului presupune o ierarhizare a concepției și adoptarea unor modele de conducere dinamice.

Modelele matematice utilizate pot opera cu mărimi deterministe sau cu mărimi aleatoare. De fapt modelelor matematice folosite pentru urmărirea funcționării unui sistem energetic și conducerea acestuia este necesar să li se dea o semnificație mai adîncă. Aceste modele matematice trebuie considerate ca niște sisteme aproximative de funcționare și de conducere. Pe de altă parte, dat fiind caracterul ierarhic al conducerii unui sistem, modelele matematice reprezintă un complex cu legături de interdependență, legături care nu trebuie să fie prea strînse, deoarece se presupune intervenția omului ca un element operator decisiv.

Alcătuirea unor modele matematice complexe se bazează pe existența unei structuri informaționale corespunzătoare. Teoria statistică clasică a informației este insuficientă, nefiind legată de caracterul funcțional dinamic al unui sistem.

În lucrarea de față se vor prezenta unele aspecte de analiză și de studiu al sistemului energetic, considerat ca un tot unitar de prognozare și de conducere; totodată se vor face referiri asupra modelelor matematice și asupra sistemului informațional utilizate în studiul sistemelor electroenergetice.

1. Asupra modelelor matematice în studiul și conducerea sistemelor energetice

Rolul modelelor matematice constă însă nu numai în analizarea proceselor, ci mai ales în conducerea sistemelor energetice.

Un sistem este similar sistemului modelat în cazul cînd procesele de bază din cele două sisteme se descriu prin relații matematice identice. Această similitudine completă este posibilă numai dacă se cunosc sau se pot determina cu suficientă exactitate expresiile matematice ale legilor fizice de bază privind funcționarea sistemului, precum și în ipoteza că nu intervine omul, care modifică condițiile criteriale.

Cum la conducerea unui sistem energetic intervine omul asigurarea unei similitudini matematice complete este exclusă.

Pentru studiul sistemelor complexe și a subsistemelor se poate utiliza proprietatea caracteristică teoriei similitudinii, conform căreia sistemele complexe cuprinzînd mai multe subsisteme, similare fiecare în parte, pot fi, de asemenea, similare în cazul cînd are loc egalitatea parametrilor criteriali de graniță dintre subsisteme. În acest caz, o parte a sistemului poate fi considerată ca un sistem interdependent, iar numărul criteriilor de similitudini se determină din teorema π; condițiile de similitudine sînt date de cea de a treia teoremă a similitudinii.

În legătură cu elaborarea modelelor matematice pentru conducerea sistemelor energetice complexe se pun următoarele probleme de bază:

— stabilirea unei concepții asupra algoritmilor și a complexității modelelor matematice cu legături de reciprocitate între subansambluri;

— stabilirea principiilor și metodelor de echivalență;

— raționalizarea gradului de detaliere și a volumului modelului matematic;

— alegerea celor mai corespunzătoare metode matematice pentru construcția modelelor cu diferite semnificații și atribuții.

În legătură cu alegerea modelului matematic, concepțiile și soluția aleasă pot diferi mult după modul de punere a problemei, precum și funcție de posibilitățile de soluționare.

Problemele privind siguranța în funcționare și conducerea unui sistem energetic depind de parametri sau procese care au un caracter aleatoriu; însuși faptul că informația de care se dispune nu este completă duce la modele probabilistice.

Astfel, în studiul siguranței de funcționare a sistemelor energetice, considerate ca sisteme cibernetice, principala metodă recomandată a fi utilizată este cea a modelării probabilistice sau metoda încercărilor statistice (Monte-Carlo); metoda folosită trebuie să ia în considerare caracterul aleatoriu al parametrilor, precum și influența lor atît în regim staționar, cît și în cel tranzitoriu.

Pentru o evaluare mai corectă a noțiunii de pierdere (de putere, energie etc.) este necesară cunoașterea legilor de distribuție a mărimilor aleatoare ce intervin. Se pune, de asemenea, problema posibilității utilizării indicilor de siguranță cu caracter determinist, limitele domeniului în care se pot utiliza acești indici, precum și metodele de rezolvare a ecuațiilor ce leagă între ele indicii de siguranță considerați, convențional, ca avînd caracter determinist.

Modelele probabilistice constituie mijloace eficiente de analiză a stabilității statice și dinamice a sistemelor energetice, precum și determinarea coeficienților de rezervă ai sistemelor

de reglare ca indici integrali de funcţionare a acestora.

Analizind perspectivele utilizării diferitelor modele matematice se ajunge la următoarele concluzii:

După toate probabilităţile, intr-un viitor apropiat pentru studiul sistemelor energetice complexe nu se vor utiliza modele matematice de tip discret, bazate pe considerarea simultană a metodelor probabilistice şi dinamice sub forma lor cea mai riguroasă, deoarece relaţiile devin practic imposibil de rezolvat. Este mai indicată utilizarea unui complex de modele dinamice liniare. Evident că aceste modele trebuie să permită introducerea informaţiilor avînd caracter probabilistic şi cu caracteristici statistice insuficient determinate.

Pentru o etapă mai dezvoltată de soluţionare a problemelor privind funcţionarea şi conducerea sistemelor energetice, modelele liniare devin necorespunzătoare. Se pune problema utilizării unor modele neliniare dinamice (în sensul determinării soluţiei pentru diferite valori ale timpului). Chiar în ipoteza operării numai cu valori deterministe, aceste modele sînt deosebit de complicate şi extrem de dificil de rezolvat, cu atît mai mult cu cît elementele de informaţie introduse au un caracter aleatoriu, cu o anumită zonă de confidenţă, şi considerarea acestor elemente de informaţie ca fiind deterministe nu este întotdeauna recomandabilă.

Din aceste considerente, strategia de utilizare a modelelor dinamice neliniare trebuie analizată cu multă atenţie. Sub acest aspect se recomandă utilizarea, într-o primă etapă, a unor modele liniare care să analizeze diferite variante; variantei care reprezintă soluţia cea mai indicată i se va aplica un model neliniar.

La alegerea modelelor matematice este necesar să se ţină seama, de asemenea,de ierarhizarea sistemului energetic.

2. Structura, conţinutul şi proprietăţile informaţiei

Prin structura informaţiei se înţelege reţeaua de culegere a informaţiei, precum şi algoritmele şi programele de prelucrare a informaţiei. Structura informaţiei se descrie cu ajutorul grafelor şi a programelor întocmite în acest scop.

Conţinutul informaţiei se referă la problemele de tratare şi prelucrare a informaţiei în sensul utilizării ei pentru scopul dorit sau necesar, precum şi la deosebirile calitative dintre diferitele fluxuri informaţionale.

Proprietăţile informaţiei sînt caracterizate prin cantitatea şi valoarea informaţiei cuprinse în fluxurile informaţionale, coeficienţii de utilizare a informaţiei şi funcţiile de transfer privind prelucrarea informaţiei, precum şi organizarea întregului sistem în raport cu scopul dorit. Posibilităţile de descriere a proprietăţilor informaţiei sînt momentan reduse la teoria informaţiei statistice, care însă nu reflectă multitudinea aspectelor care se pun în cazul informaţiei privind sistemele energetice.

Actualul sistem informaţional nu permite studierea proprietăţilor sistemelor energetice în toată complexitatea lor. Este necesar să se creeze un nou sistem informaţional în sensul abstractizării preoceselor de conducere a sistemelor, operîndu-se nu cu semnale, ci cu volumul şi calitatea informaţiei cuprinse în aceste semnale şi nu cu funcţii de transfer, ci cu coeficienţi informaţionali de utilizare generalizaţi şi care să caracterizeze gradul de utilizare a informaţiei utile.

Funcţie de indicele de încredere, informaţia poate fi caracterizată ca fiind: a) deterministă; b) nedeterministă (aleatoare), în care caz există două posibilităţi: să prezinte o cracteristică statistică a priori cunoscută sau să nu aibă o asemenea caracteristică şi deci să fie în esenţă nedeterminată.

Această împărţire a proprietăţii informaţiei prezintă importanţă pentru prelucrarea metodelor de apreciere a intervalului de confidenţă şi a erorii totale a informaţiei obţinute.

Este absolut necesar ca aceste sisteme informaţionale să aibă un caracter ierarhic în sensul reducerii treptate a cantităţii şi valorii informaţiei la trecerea de la subsisteme la sisteme tot mai complexe.

Cum funcţiunea principală a sistemului informaţional constă în continuitatea funcţionării sistemului care conduce şi a sistemului condus, prin transmiterea către om şi obţinerea de la el a informaţiilor necesare,rezultă că crearea unui sistem informaţional este legată, pe de o parte, de formarea unei structuri ierarhice de funcţionare şi de conducere a unui sistem în condiţii optime, iar pe de altă parte, de selectarea informaţiilor ce trebuie transmise omului, astfel ca deciziile acestuia să fie cît mai eficiente.

Deoarece multe dintre elementele informaţiei obţinute au un caracter aleatoriu, pentru o soluţionare corectă rezultă necesitatea de a stabili limitele de confidenţă ale soluţiei obţinute.

Se poate arăta că pentru fiecare sistem energetic complex există anumite limite privind funcţionalitatea sau conducerea sistemului a căror depăşire duce la distrugerea stabilităţii existente.

Pentru cuprinderea ansamblului proceselor de funcţionare şi de conducere a unui sistem energetic se poate folosi noţiunea de funcţionalitate.

Utilizîndu-se principiul de abordare neentropic funcţionalitatea unui sistem se va analiza prin opusul ei - nefuncţionalitate.

Este util să se determine diferite forme de reprezentare a informaţiei ca măsură a gradului de nefuncţionalitate. Acest mod de tratare a problemei generalizează concepţiile cunoscute cu privire la calitatea informaţiei (statistică şi nestatistică) şi cantitativă (semantică şi programatică), permiţînd totodată o utilizare directă pentru asigurarea funcţionalităţii sistemului.

Se pot defini noi expresii pentru entropie, specifice pentru sisteme complexe, entropia definită de Shannon rezultînd ca formă particulară a acestor entropii.

Entropia statistică, este caracteristică nefuncţionalităţii sistemului, poate fi obţinută în cazul cînd parametrul, numit de nereglementare, reprezintă o funcţie de probabilitate; această funcţie de probabilitate poate determina proprietăţile stocastice ale sistemului şi ale diferitelor procese.

Se poate arăta că expresia cunoscută a lui Shannon reprezintă un caz particular a entropiei statistice.

Entropia structurală prezintă interes pentru caracterizarea nefuncţionalităţii unui sistem energetic, deoarece dă posibilitatea să se determine complexitatea şi diversitatea structurii sistemului, legăturile interne şi externe, precum şi combinaţiile posibile dintre aceste legături.

Entropia algoritmică. Parametrii algoritmici ai gradului de neregularitate pot caracteriza complexitatea comportării sistemului şi diferite situaţii, precum şi similitudinea dintre modelul algoritmic şi sistemul real.

Entropia spaţială, care serveşte ca măsură a neuniformităţii sistemului sau de neconcordanţă a funcţionării ei spaţiale în sensul dezvoltării ei teritoriale, dar şi în legătură cu deosebirile topologice care apar.

Entropia temporală, analoagă entropiei spaţiale, numai că se referă la neconcordanţa funcţionării sistemului în timp.

Concluzii

- Un sistem energetic poate fi considerat, din punctul de vedere al structurii şi al caracteristicilor sale funcţionale, un sistem cibernetic complex.

- În orice proces dintr-un sistem se produce, permanent, o legătură între stabilitate şi variabilitate.

- Pentru studiul sistemelor complexe şi al subsistemelor se poate utiliza teoria similitudinii, conform căreia sistemele complexe, cuprinzînd mai multe subsisteme, similare fiecare în parte, pot fi de asemenea similare în cazul în care are loc egalitatea parametrilor criteriali de graniţă dintre subsisteme.

- Problemele privind siguranţa de funcţionare şi conducerea unui sistem energetic depind de parametri şi procese care au un caracter aleatoriu.

- Nu există încă un limbaj formalizat de descriere a conţinutului informaţiei, iar actualul sistem informaţional nu permite studierea proprietăţilor sistemelor energetice în toată complexitatea lor; este necesar să se ia în considerare caracterul aleatoriu al informaţiei.

- Crearea unui sistem informaţional este legată, pe de o parte, de formarea unei structuri ierarhice de funcţionare şi de conducere a unui sistem, iar pe de altă parte de selectarea informaţiilor.

- Este util a se determina diferite forme de reprezentare a informaţiei ca măsură a gradului de nefuncţionalitate a sistemului; în acest sens se pot defini noi expresii pentru entropie, specifice pentru sisteme complexe (entropia statistică, entropia structurală, entropia algoritmică etc.).

(Primit la 20 februarie 1992, acceptat la 21 iulie 1993)

Posibilităţi de folosire a huilei energetice drept combustibil de completare în Sistemul Energetic Naţional (SEN)

Prof. dr. ing. NICOLAE PĂNOIU,
Conf. dr. ing. LUCIAN MIHĂESCU*

Pornindu-se de la noile condiţii economice pe care le preferă economia de piaţă, se analizează posibilităţile de înlocuire totală a hidrocarburilor cu huilă energetică pentru stabilizarea flăcării la cazanele care folosesc lignit sau cărbune brun.

Se prezintă caracteristicile energetice ale huilei comparativ cu cele ale lignitilor, menţionîndu-se avantajele prezentate de utilizarea huilei în amestec cu lignitul (reducerea debitului morilor, economie de energie electrică, creşterea temperaturii gazelor de ardere în focar). Pot să apară şi unele dificultăţi în eventuala mărire a uzurii pieselor de măcinare sau schimbarea raportului căldură schimbată prin radiaţie faţă de căldura schimbată prin convecţie. În încheierea lucrării se prezintă cîteva construcţii proiectate şi realizate pentru arderea huilei, comparativ cu cele destinate arderii lignitului.

Taking into consideration the new economical conditions generated by the market economy, the possibilities to completely replace the hydrocarbons by energy pit coal for the flame stabilization in case of boilers using lignite or brown coal, are analysed herein.

The energy characteristics of the pit coal are shown in comparison with the lignite's ones, pointing out the advantages offered by the use of pit coal mixed with lignite (reduction of the mills' capacity, saving the electric energy, increase of the flue gas temperature in the combustion chamber), Some troubles can also occur whether the grinding parts are very worn or in case of the modification of the of the ratio between the heat exchanged by radiation and the heat exchanged by convection. Finally, the paper presents several constructions designed and achieved for the pit coal burning, by comparison to those meant to the lignite burning.

Descriptori: huilă energetică, sistem energetic, combustibil de completare

După cum se ştie, în SEN centralele termoenergetice şi de termoficare de mare putere (Rovinari, Craiova, Turceni, Oradea) folosesc drept combustibil lignitul provenind în mare măsură din bazinele carbonifere în care sînt amplasate.

Din păcate, faţă de condiţiile calitative ale combustibililor pentru care au fost proiectate cazanele, în timp s-au înregistrat scăderi apreciabile ale calităţii cărbunilor. Astfel, majoritatea cazanelor s-au proiectat pentru o putere calorifică de circa 7 MJ/kg, iar în timp s-a ajuns şi sub 5 MJ/kg, ceea ce a dus la apariţia unor dificultăţi majore în exploatare, soldate cu mari indisponibilităţi.

* Universitatea Politehnică, Bucureşti.

Ca urmare, la aceste cazane s-a apelat la combustibili de completare (suport), în principal păcura și gazele naturale, pentru care s-au proiectat instalațiile respective de transport, depozitare și ardere.

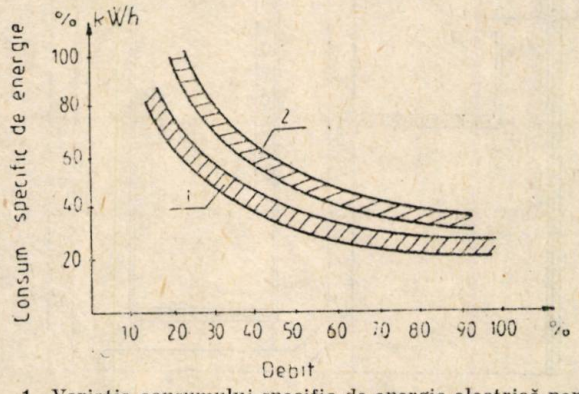
Introducerea arderii hidrocarburilor într-un focar proiectat pentru lignit, a condus la avarii importante la sistemul vaporizator al cazanelor respective, ca urmare a schimbării radicale a densităților de flux termic transmis prin radiație în focar.

În lucrarea de față, avîndu-se în vedere existența canalului Dunăre — Marea Neagră și a legăturii acestuia prin Rin cu Marea Nordului, se consideră ipoteza utilizării de huilă de import ca o alternativă la utilizarea păcurii de import.

În asemenea situație apare ca interesant un import de huilă germană care să fie transportată pe apă, cu un cost minim de transport și care ar putea fie să fie folosită drept combustibil de completare la centralele electrice din SEN, fie să fie folosită în cele două mari cocserii de la Călărași și Galați, disponibilizînd astfel parțial huila din Valea Jiului ce s-ar putea utiliza la centralele de mare putere din țară.Se poate lua în considerație și importul de huilă din Ucraina.

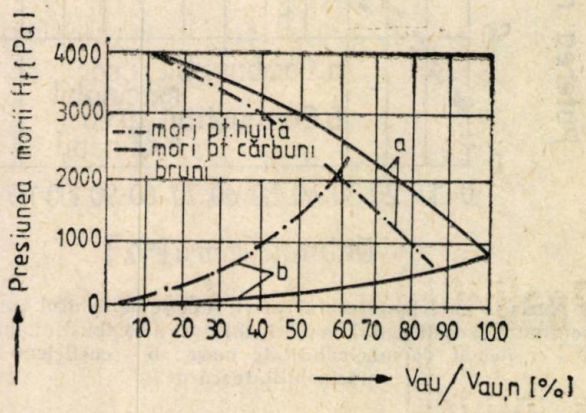
La aceste centrale, în condițiile utilizării lignitului cu calitățile actuale, ar fi necesară o cantitate de huilă de circa 10%din cantitatea totală de combustibil folosită de cazane. Huila ar urma să fie dozată în depozitul centralei, astfel ca puterea calorifică a amestecului să atingă 7,5 — 8 MJ/kg, adică cu ceva peste valoarea de proiect. În asemenea situație, cantitatea totală de combustibil consumată de cazan ar fi mai mică decît valoarea de proiect, ceea ce ar duce la o descărcare a morilor de cărbune față de funcționarea numai cu lignit.

În conformitate cu rezultatele publicate în literatura de specialitate [1, 2] și obținute de autori [3, 4], măcinarea huilei în mori ventilator, cu care sînt echipate actualele cazane de mare putere, conduce la un consum specific de energie electrică cu circa 20% mai redus, așa cum se vede în figura 1.



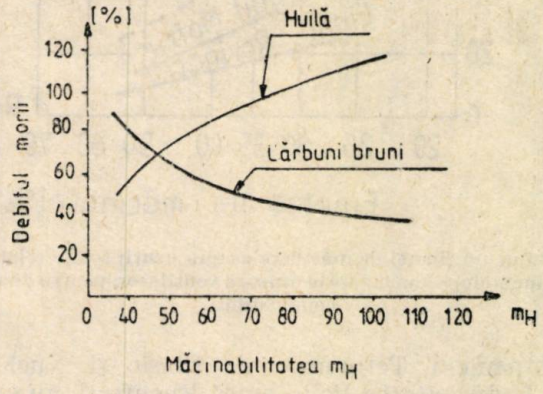
1. Variația consumului specific de energie electrică pentru morile rapide funcție de debitul morii, pentru cazul măcinării huilelor (1) și cărbunilor bruni (2) în cazane de mare putere.

Capacitatea de uscare a morii este întrucîtva redusă prin scăderea valorilor caracteristicii morii și creșterea valorilor caracteristicii rețelei, ca urmare a densității mai ridicate a huilei față de lignitul deshidratat (fig. 2).



2. Variația presiunilor agentului de uscare funcție de debitul acestuia la morile ventilator : a — caracteristica de funcționare a morii ; b — caracteristica rețelei.

Coeficientul de măcinabilitate al huilei este practic dublu față de cel al lignitului și ca urmare, debitul de combustibil al morii se va mări (fig. 3).

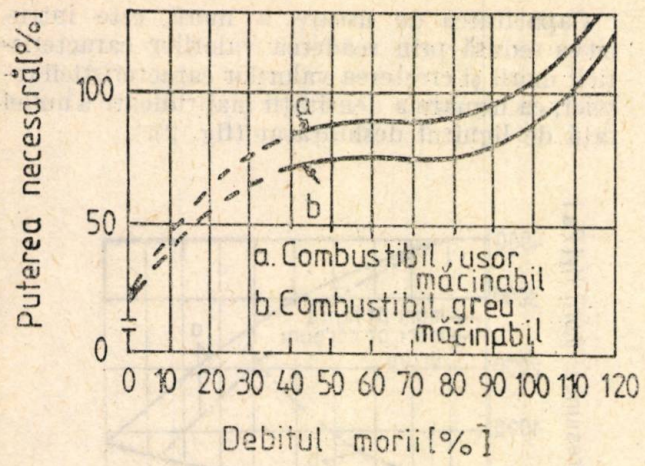


3. Debitul relativ al morii la măcinarea huilei și respectiv a cărbunilor bruni.

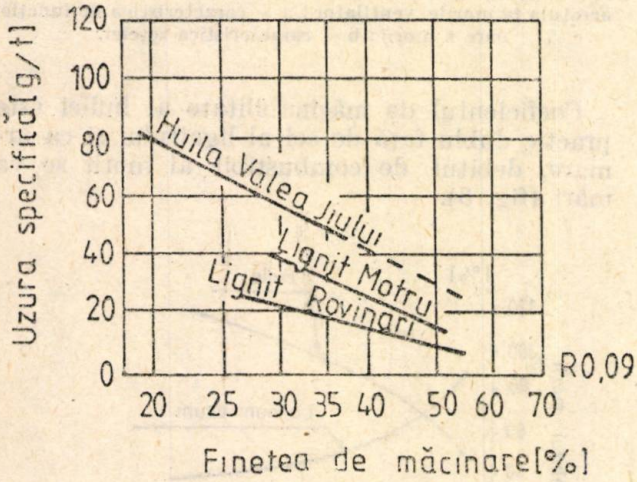
Puterea de antrenare a morii, ca urmare a calităților superioare de măcinare a huilei comparativ cu lignitul, va fi cu circa 10—15% mai redusă în cazul folosirii huilei față de lignit (fig. 4).

Ca urmare a densității mai ridicate a huilei, gradul de recirculare al morii crește și uzura organelor de măcinare este de așteptat să se mărească (fig. 5).

În aceste condiții, finețea de măcinare la măcinarea huilei este sensibil mai bună comparativ cu a lignitului. Cercetările experimentale de măcinare efectuate de autori la Catedra de



4. Variația puterii motorului morii funcție de debitul morii ventilator și coeficientul de măcinabilitate a combustibilului: a — coeficient de măcinabilitate mare; b — coeficient de măcinabilitate scăzut.



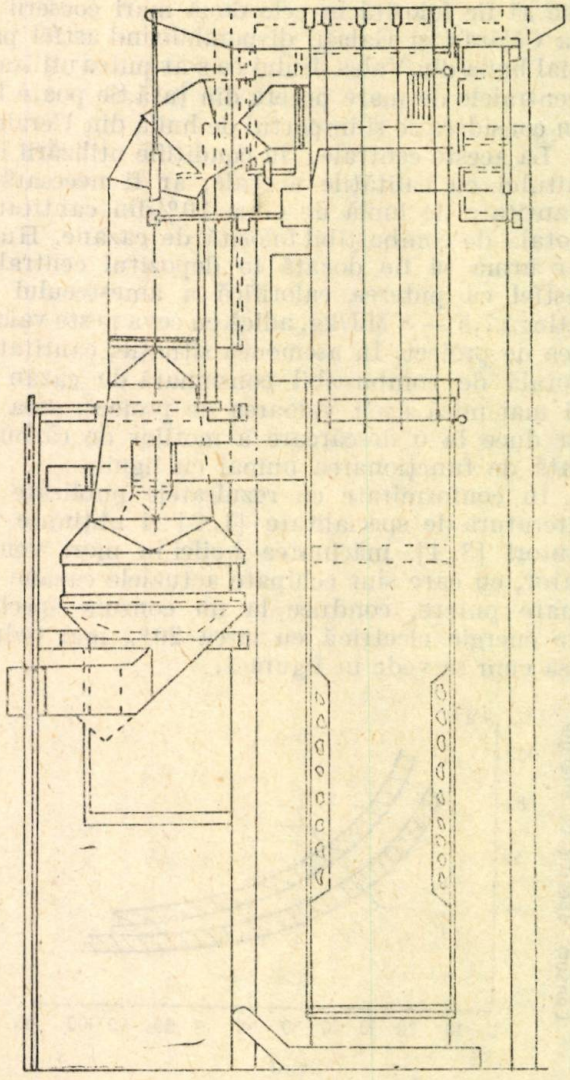
5. Influența finеței de măcinare asupra uzurii totale relative a elementelor de măcinare la o moară ventilator, pentru diverși combustibili.

Echipament Termomecanic Clasic și Nuclear din Universitatea Politehnică București, au arătat că moara ventilator echipată cu separator gravitațional dotat cu palete de reglaj al finеții de măcinare realizează un rest $R_{0,09} = 30 - 40\%$, care în condițiile arderii huilei cu $V^{mc} > 30\%$ asigură o aprindere și o ardere stabilă a prafului de cărbune. Nu trebuie uitat însă că huila arde în amestec de 10% cu lignitul, care are capacitate ridicată de aprindere avînd $V^{mc} \geq 45\%$ și la care este necesară o măcinare cu mult mai grosieră $R_{0,09} = 50 - 65\%$.

În ceea ce privește tipul de arzător indicat pentru arderea huilei, cei mai mulți specialiști optează pentru arzătorul turbionar. Există însă și realizarea de instalații cu arzătoare cu fante, în special pentru focare de dimensiuni mari.

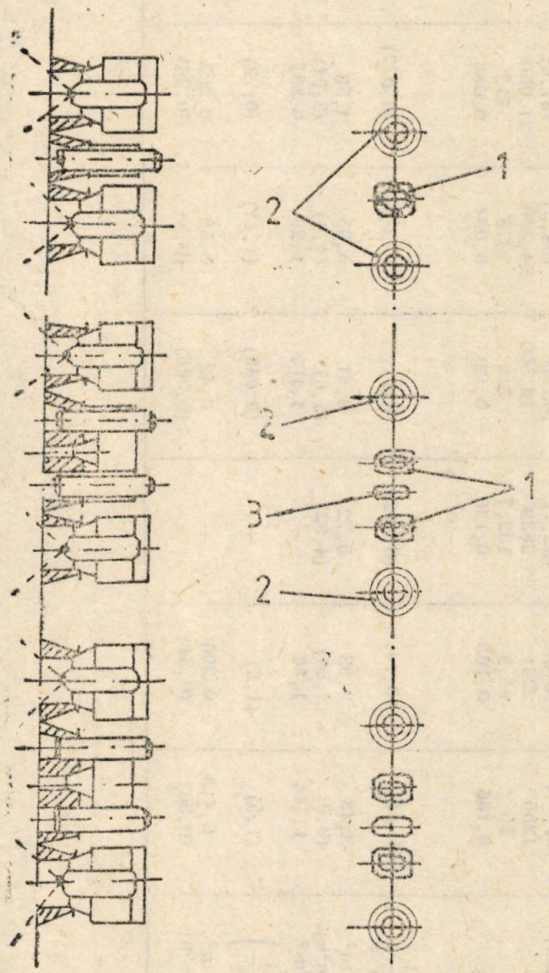
Pe plan mondial, pentru combustibili superiori (huile), instalația de preparare a prafului de combustibil cea mai frecvent utilizată este cea cu mori cu turație medie; utilizarea morilor cu ciocane și cu bile arată o tendință de restringere, iar morile ventilator se utilizează numai în cazul impunerii de recirculare de gaze de ardere. Insuflarea directă și arzătoarele cu fante sînt utilizate de la un conținut de materii volatile superior valorii $V^{mc} = 18\%$.

Cazanul de 1930 t/h prezentat în figura 6 a fost proiectat pentru o huilă avînd: $W_t^i = 6 - 12\%$, $A^i = 6 - 14\%$, $V^{mc} = 20 - 41\%$, puterea calorifică inferioară fiind de 25 — 30 MJ/kg (5970—7170 kcal/kg). Evacuarea zgurii este solidă ($t_1 = 1320—1590°C$ în atmosferă oxidantă). Cazanul este echipat cu cinci mori cu valțuri tip RP743X, cu debitul nominal de 8 kg/s (28,8 t/h).



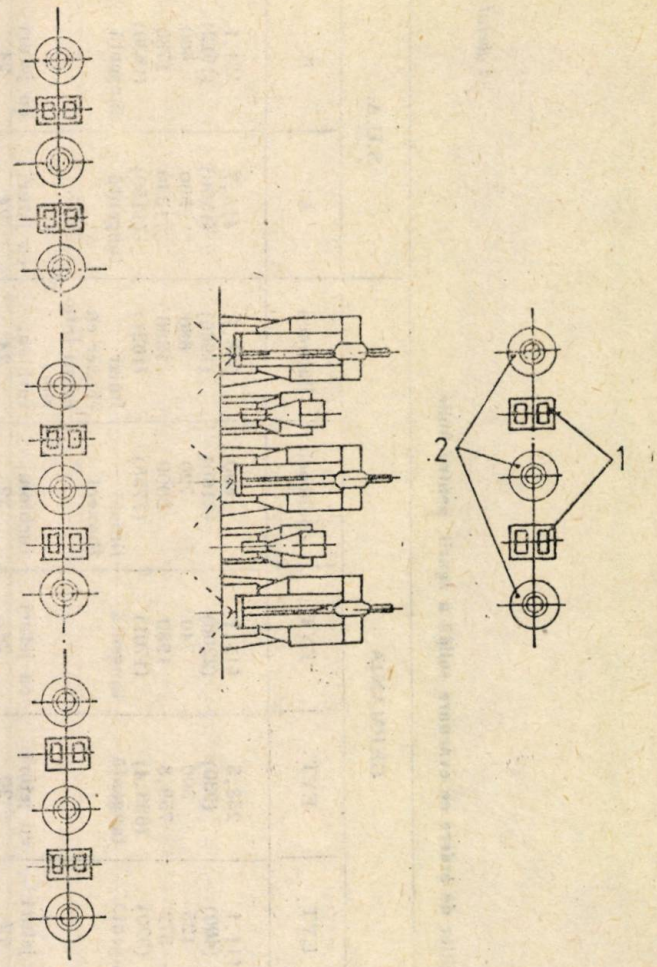
6. Amplasarea arzătoarelor la cazanul de 1930 t/h construcție EVT.

Arzătorul prezentat în figura 7 este de tipul cu fante şi este compus din trei etaje independente. Arzătoarele sînt plasate în colţurile camerei focar. Fiecare moară alimentează fantele de la toate cele patru arzătoare. Ambrazurile de aer secundar superior şi inferior servesc şi ca ambrazură pentru cele 24 de arzătoare de păcură de pornire şi suport termic.



7. Arzător cu jeturi neturbionate, ardere tangenţială cu insuflare directă (centrala Brunen, construcţie EVT):
1 — ambrazuri amestec primar ; 2-ambrazuri aer secundar inferior şi superior cu arzătoare de păcură înglobate ; 3 — ambrazuri aer secundar intermediar.

Cazanul de 2200 t/h funcţionează cu o huilă din bazinul Ruhr, de o calitate asemănătoare celei prezentate anterior. Cazanul este echipat cu şase mori cu valţuri tip RP 1043x, debit nominal de 18 kg/s (65 t/h), sarcina nominală fiind realizată cu cinci mori în funcţiune. Arzătorul cu fante, compus din trei etaje independente, este prezentat în figura 8. Fiecare moară alimentează un etaj la două arzătoare diagonale, pentru realizarea unei simetrii chiar la oprirea unei mori.



8. Arzător cu jeturi neturbionate, cu ardere tangenţială cu insuflare directă, pentru un bloc de 700 MW (construcţie EVT):
1 — ambrazuri amestec primar ; 2 — ambrazuri aer secundar inferior, superior şi intermediar, cu arzătoare de păcură înglobate.

Caracteristicile acestor cazane, comparativ cu alte instalaţii performante din lume sînt prezentate în tabelul 1.

Caracteristicile arzătoarelor cu fante pentru huile sînt arătate în tabelul 2.

Pentru un combustibil similar huilei prezentate anterior, firma ETV a construit şi un cazan de 300 kg/s (1080 t/h), dar cu arzătoare turbionate, acestea, în număr de 16, fiind amplasate pe frontul cazanului pe trei rînduri.

La instalaţiile prezentate, temperatura la sfîrşitul focarului este de circa 1300°C, gazele de ardere fiind răcite în continuare pînă la circa 1100°C cu ajutorul supraîncălzitoarelor de tip paravan. Dacă sînt necesare temperaturi mai coborîte la sfîrşitul focarului, acesta se poate diviza cu ajutorul unui ecran biradiant.

Asupra instalaţiilor realizate în SUA, se remarcă o creştere cu circa 50% pentru încărcarea termică a volumului focarului şi circa 30% a încărcării termice a secţiunii transversale,

Tabelul 1

Caracteristicile tehnice ale instalaţiilor de ardere cu evacuare solidă a zgurii, pentru huile

	UM	GERMANIA						S.U.A.	
		EVT	EVT	EVT	EVT	Babcoch	Babcoch	A	B
Debit cazan	kg/s	90,3	111,1	258,3	611,1	600	546,1	416,7	531,1
	(t/h)	(325)	(400)	(930)	(2200)	(2160)	(1966)	(1500)	(1912)
Puterea blocului (el.)	MW	100	125	300	740	720	680	500	600
Căldura introdusă, Q_T	MW	302	372	759,8	1980	2000	1880	1340	1780
	(Gcal/h)	(261)	(320)	(653,4)	(1701)	(1755)	(1621)	(1150)	(1530)
Tipul instalaţiei de ardere	—	tangentă	tangentă	tangentă	tangentă	liniar (boxer)	liniar (boxer cu ecran interior)	tangentă	tangentă
Tipul arzătoarelor	—	cu jeturi	cu jeturi	cu jeturi	cu jeturi	turbion.	turbion.	cu jeturi	cu jeturi
Număr	buc.	12	12	20	24	32	24	24	24
Puterea termică a unui arzător	MW	25,28	30,90	38,0	62,2	63,38	78,48	66,87	80,8
	(Gcal/h)	(21,74)	(26,08)	(32,7)	(53,5)	(54,5)	(67,5)	(57,5)	(69,5)
Volum focar	m^3	1855	2261	5839	16.500	24.300	21.000	9.940	14.610
Secţiune focar	m^2	85	94,8	132,7	316	378	412	224	292
Încărcări termice specifice:									
— de volum, q_v	$\frac{MW}{m^3}$	0,186	0,163	0,130	0,12	0,064	0,088	0,148	0,122
	$\left(\frac{Gcal}{m^3h}\right)$	(0,16)	(0,14)	(0,112)	(0,1)	(0,072)	(0,077)	(0,137)	(0,105)
— de secţiune, q_s	MW/m^2	3,48	3,93	5,72	6,51	5,35	4,58	6,58	6,11
	$(Gcal/m^2h)$	(3,0)	(3,38)	(4,92)	(5,6)	(4,6)	(3,94)	(5,66)	(5,25)
— de suprafaţă a brîului arzătoarelor, q_{SA}	MW/m^2	1,744	1,86	—	1,102	1,29	0,837	2,209	2,326
	$\left(\frac{Gcal}{m^2h}\right)$	(1,5)	(1,6)	—	(0,948)	(1,11)	(0,72)	(1,9)	(2,0)
— de suprafaţă a ecranelor, q_E	MW/m^2	0,418	0,396	—	0,42	0,36	0,302	0,5	0,519
	$(Gcal/m^2h)$	(0,36)	(0,34)	—	(0,368)	(0,3)	(0,26)	(0,43)	(0,446)

Tabelul 2

Caracteristicile arzătoarelor cu fante pentru combustibili solizi superiori

Mărimea	UM	Tip cazan		
Debit cazan	kg/s t/h	90 325	111 400	612 2200
Viteză amestec primar, w_1	m/s	16,75	16	18
Viteză aer secundar, w_2	m/s	41,25	42,5	56
Impuls total pe cazan amestec primar, I_1	$\frac{kgm}{s^2}$	47,04	54,84	313,16
Impuls total pe cazan aer secundar I_2	$\frac{kgm}{s^2}$	410,82	517,96	3168,86
Energie totală pe cazan amestec primar, E_1	$\frac{kgm^2}{s^3}$	393,96	438,72	3088,44
Energia totală pe cazan aer secundar, E_2	$\frac{kgm^2}{s^3}$	8473,16	11006,65	88728,08
Raport viteze, w_2/w_1	—	2,16	2,65	3,11
Raport impulsuri, I_2/I_1	—	8,73	9,44	9,23
Raport energii, E_2/E_1	—	21,5	25,08	28,72

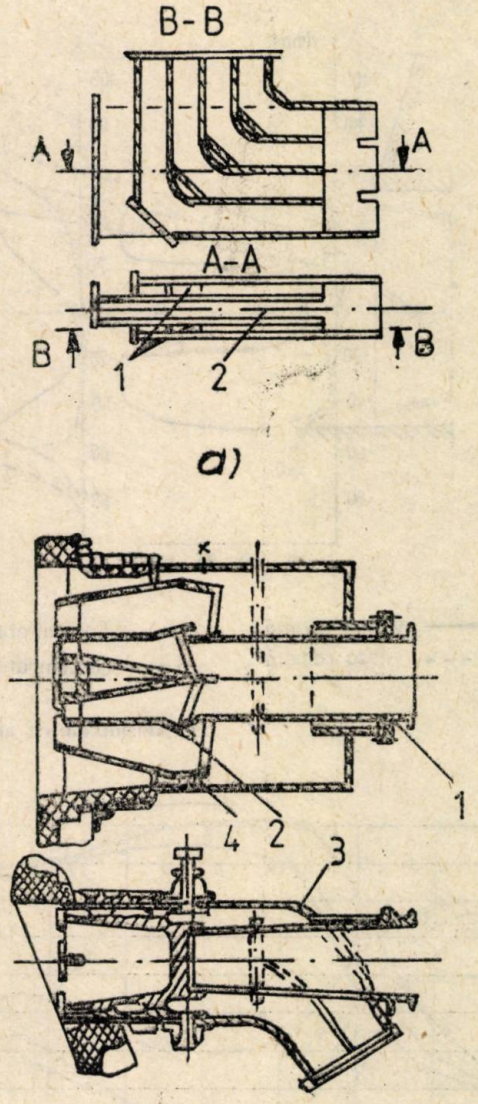
aceasta ca urmare în exclusivitate a proprietăţilor huilelor utilizate, ce au temperaturi de înmuiere şi topire a zgurii foarte ridicate.

În CSI s-au realizat cazane cu evacuarea solidă a zgurii pentru huila din bazinul Echibastuzsk ($W_t^i = 7\%$, $A^{anh} = 41 - 48\%$, $V^{mc} = 24\%$, $Q_i^i = 16{,}75$ MJ/kg – 4000kcal/kg, $t_1 = 1300°C$, $t_2 > 1500°C$), cum sînt cazanele PK–14–3 de 61 kg/s (220 t/h), P–39–II de 89 kg/s (320 t/h) şi P–57 r de 458 kg/s (1650 t/h). Construcţia arzătoarelor recomandă o proporţie de aer primar de circa 25 – 30%, cu o fineţe de măcinare caracterizată prin $R_{0{,}09} \simeq 15\%$.

Cazanul P–57 r are o construcţie în T şi este echipat cu opt mori cu ciocane tip MMT 2600/2500/590, instalaţia de preparare fiind cu insuflare directă.

Experienţa căpătată a fost extinsă pentru cărbuni cu un conţinut de cenuşă A^{anh} de pînă la 55%, realizîndu-se cazanul P–57 p, echipat cu şase mori cu turaţie medie tip MPS–2650 (Babcock), pentru o instalaţie de ardere cu insuflare directă.

În figura 9 sînt prezentate arzătoarele cu fante pentru huilă de construcţie CSI. La prima soluţie constructivă se remarcă admisia periferică a prafului de huilă, iar la a doua construcţie posibilitatea basculării flăcării prin basculareа corpului arzătorului. Basculareа flăcării are ca scop poziţionarea dorită a flăcării în focar în vederea reducerii tendinţelor de zgurificare, dar şi ca posibilitate de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit. De remarcat că la o construcţie de cazane din SUA, pentru instalaţii de ardere similare se utilizează pe scară întinsă recircularea de gaze de ardere cu insuflare atît la partea superioară a focarului, cît şi prin pîlnia rece.

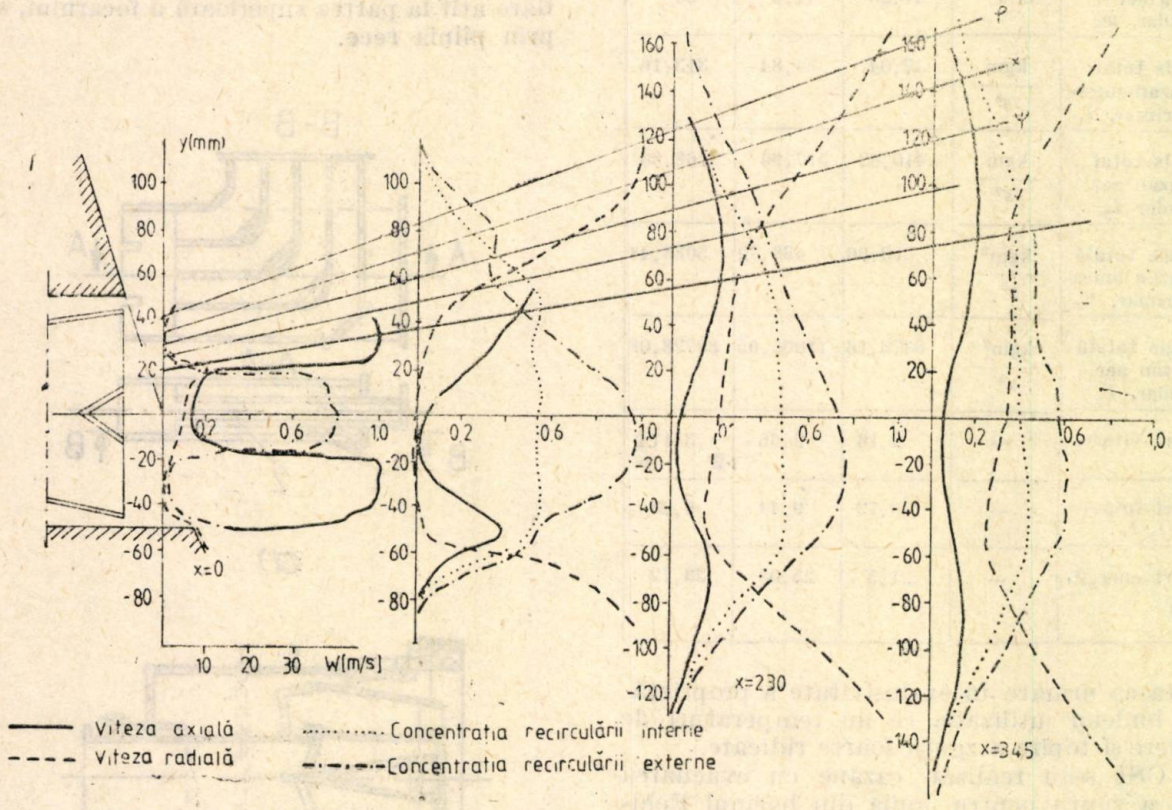


9. Arzătoare cu fante pentru huilă, construcţie CSI.

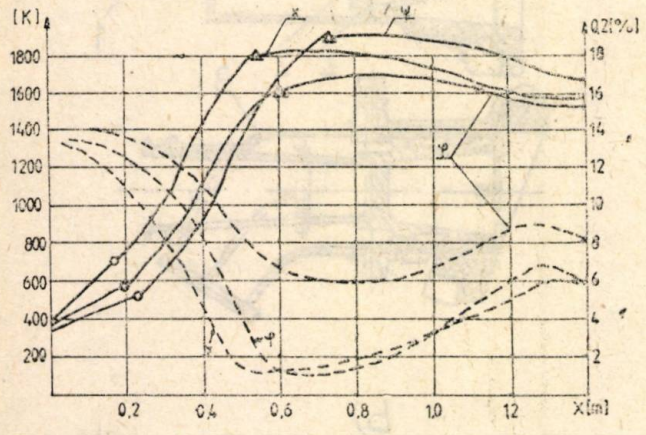
Cercetări efectuate pe modelele Institutului de Energetică din Varşovia pentru stabilirea tipului de arzător cu care să se echipeze cazanul PK — 10 p de la CET Paroşeni au arătat pentru arzătorul cu fante o distribuţie a vitezei axiale aşa cum se arată în figura 10, ceea ce conferă flăcării de praf de cărbune o lungime mai mare faţă de arzătorul turbionar cu care în general se echipează focarele pentru arderea huilei [5].

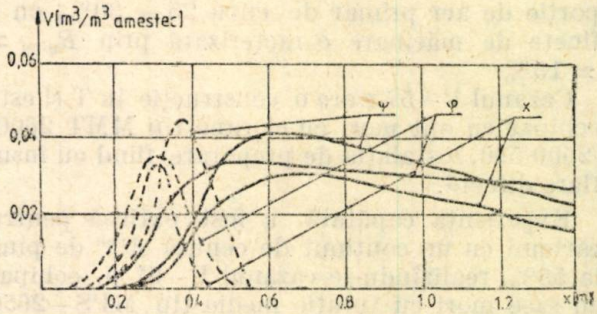
Datorită însă conţinutului ridicat de materii volatile al huilelor din Valea Jiului, viteza de degajare şi de aprindere are loc la o temperatură de 500—700°C, la o distanţă de circa 0,2 m de perete (impulsul relativ al aerului primar faţă de cel secundar a fost de 0,25 la o viteză a aerului primar de 23 m/s şi secundar de 30 m/s). Ca urmare a arderii materiilor volatile, temperatura gazelor de ardere creşte cu circa 1000°C pe o distanţă de 0,4 m, ducînd la aprinderea cocsului din particulele de praf (fig. 11).

Concentraţia de oxigen măsurată în flacără confirmă aceste rezultate. Rezultatele prezentate în figura 12 ce se referă la periferia jetului, eviden-



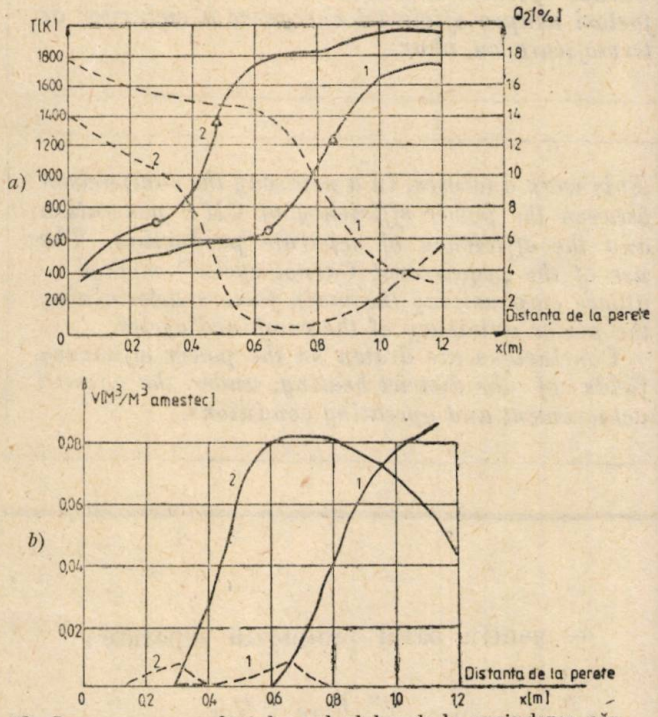
10. Aerodinamica arzătorului cu jet la cazanul PK—10p.





11. Rezultatele calculelor de testare la aprinderea cărbunelui cu o putere calorică inferioară de 12,56 MJ/kg la arzătorul cu jet din figura 10: a — temperatura gazelor de ardere şi conţinutul de oxigen; 2 — degajarea şi arderea materiilor volatile; ——— materii volatile arse; ····· materii volatile degajate; ○ — aprinderea materiilor volatile; Δ — aprinderea cocsului.

ţiază condiţiile de aprindere a cocsului întrucîtva înrăutăţite. Comparativ, rezultatele obţinute la arzătorul turbionar se prezintă în figura 12, *a*, care atestă o aprindere a cocsului la o temperatură mai scăzută cu 200—400°C. Totodată, figura 12 *a* arată că procesul de aprindere a materiilor volatile şi cocsului se realizează mai favorabil la cifre de turbionare mai reduse.



12. Compararea rezultatelor calculelor de la aprinderea cărbunelui cu o putere calorică inferioară de 9,21 MJ/kg, arzătorul din figura 10, la sarcina cazanului de 100% şi 60%: a — temperatura gazelor de ardere şi conţinutul de oxigen; b — degajarea şi arderea materiilor volatile; ○ — aprinderea materiilor volatile; Δ — aprinderea cocsului.

Faţă de cele prezentate reise ca evidentă posibilitatea utilizării huilei în amestec cu lignitul în focarele cazanelor de abur fără a se ivi probleme deosebite.

Comparativ cu funcţionarea păcurii sau gazelor, utilizarea huilei drept combustibil de completare este mult mai indicată din punctul de vedere al transferului de căldură prin radiaţie deoarece nu conduce la crearea de zone de radiaţie exagerată cu consecinţe nedorite din punctul de vedere al solicitării oţelurilor sistemului vaporizator, pe toate arzătoarele introducîndu-se combustibil practic de aceeaşi calitate.

Studiile de măcinare şi ardere trebuie completate cu verificarea tendinţei de apariţie a zgurificărilor în focar, acest aspect impunînd limita superioară de dozare a huilei în amestecul lignitul—huilă.

În încheiere nu pot fi trecute cu vederea rezultatele bune obţinute la CET Giurgiu, de către ICPET—SA, la arderea huilei la un cazan de 420 t/h de construcţie românească.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * Colecţia revistei Energ., nr. 1—9, Ed. Tehnică.

[2] * * * Colecţia revistei EVT pe anul 1987.

[3] P ă n o i u, N. ş.a. Valorificarea prin ardere a combustibililor solizi inferiori, Ed. Tehnică, 1977.

[4] P ă n o i u, N. ş.a. Instalaţii de ardere a combustibililor solizi, Ed. Tehnică, 1985.

[5] * * * Institut Energhetik Varşovia. Modernizaţia scernişno topocinoi sistemi kotla PK 10 1 v elektrostanţii Paroşeni no ostonove issledovanie i rascetov.

(Primit la 8 septembrie 1993, acceptat la 21 iulie 1993)

Analiza eficienței termodinamice a termoficării cu ajutorul metodei „ciclurilor echivalente Carnot"

Ș.l. ing. ION SOTIR DUMITRESCU,
prof. dr. ing. VICTOR ATHANASOVICI *

Lucrarea analizează într-un mod nou eficiența energetică comparativă a producerii combinate a energiei termice și electrice cu producția separată. Utilizarea metodei „ciclurilor echivalente Carnot" permite evidențierea celor mai importanți factori asupra eficientei energetice a ciclurilor de termoficare cu abur.

This work analyses, in a new way the comparison between the power efficiency of CHP generation and the efficiency of separate production. The use of the „equivalent Carnot cycles" method — allows emphasizing the main factors determining the power efficiency of the combined cycles.

Conclusions are drawn on the power efficiency fields of the district heating, under the present achievement and operating conditions.

Descriptori: eficiență, termoficare

Principalele pierderi ale unui proces ciclic de producere a lucrului mecanic (a energiei electrice) sînt, conform principiului al II-lea al termodinamicii, pierderile de căldură către sursa rece a ciclului. Termoficarea, ca proces de producere combinată a energiei electrice și termice permite „recuperarea" parțială sau totală a acestei pierderi, în esență principalul avantaj al acesteia fiind de natură termodinamică.

Analiza comparativă a producerii combinate a energiei electrice și termice — termoficarea — și a producerii separate a celor două forme de energie se poate face pe baza unor coeficienți termodinamici de performanță a soluțiilor, avînd sensul unor randamente globale, definiți de relațiile :

— pentru cazul producerii combinate (termoficare) :

$$\eta_{CET} = \frac{E_{CET} + Q_{CET}}{Q_0^{CET}}; \qquad (1)$$

— pentru cazul producerii separate :

$$\eta_s = \frac{E_{CTE} + Q_{CT}}{Q_0^{CTE} + Q_0^{CT}}, \qquad (2)$$

în care : E_{CET}, Q_{CET}, E_{CTE}, Q_{CT} sînt energiile electrice și termice produse în termoficare, respectiv separat, iar Q_0^{CET}, Q_0^{CTE}, Q_0^{CT} — energiile termice consumate.

Rezultatele comparației sînt corecte numai dacă cele două soluții de producere a energiei electrice și termice sînt echivalente din punct de vedere energetic, respectiv produc aceleași cantități de energie termică ($Q_{CET} = Q_{CT} = Q$), respectiv de energie electrică ($E_{CET} = E_{CTE} = E$).

Simplificarea exprimării coeficienților de performanță astfel definiți, în funcție de principalele mărimi care caracterizează ciclurile termodinamice de producție a celor două forme de energie (parametrii inițiali și finali ai acestora), presupune găsirea unor cicluri ideale Carnot, echivalente cu cele reale Rankine. Echivalența celor două cicluri impune respectarea următoarelor condiții :

— ambele cicluri trebuie să aibă aceleași efecte utile ;

— randamentele (performanțele) energetice ale ciclurilor echivalente trebuie să fie aceleași.

* Facultatea de Energetică — Universitatea Politehnică, București.

Ciclul Carnot echivalent unui ciclu real Rankine (fig. 1) se desfășoară între două temperaturi caracteristice : temperatura medie superioară T_{ms} și temperatura medie inferioară T_{mi}.

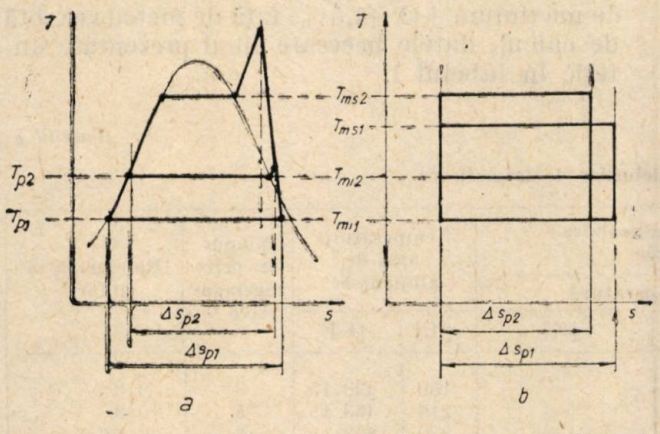


Fig.1. Ciclul real Rankine (a) și cel Carnot (b) echivalent al unei instalații de termoficare : T_{p1}, T_{p2} — nivelurile termice de livrare a căldurii din turbină ; T_{ms1}, T_{mi1} — temperaturile medii superioare și inferioare corespunzătoare nivelului termic de livrare T_{p1} ; T_{ms2}, T_{mi2} — temperaturile medii superioare și inferioare corespunzătoare nivelului termic de livrare T_{p2}.

Temperatura medie inferioară se poate determina cu relația :

$$T_{mi} = \frac{i_p - i_c}{\Delta s_p}, \qquad (3)$$

unde :
i_p este entalpia reală a aburului livrat de turbina de termoficare ;

i_c — entalpia condensatului rezultat la consumatori și reintrodus în circuitul termic al turbinei ;

Δs_p — variația de entropie în decursul procesului de livrare a căldurii.

Temperatura medie superioară T_{ms} se definește pentru același interval de variație a entropiei Δs_p, ca și cel utilizat la definirea temperaturii medii inferioare, ținînd cont în același timp și de faptul că debitul de abur intrat în turbină (D_1) este mai mare decît cel livrat consumatorilor termici (D_T), diferența fiind consumată în circuitul de preîncălzire regenerativă.

Temperatura medie superioară va fi atunci :

— pentru grupurile fără supraîncălzire intermediară :

$$T_{ms} = \frac{D_1}{D_T} \cdot \frac{i_1 - i_{al}}{\Delta s_p}; \qquad (4)$$

— pentru grupurile cu supraîncălzire intermediară :

$$T_{ms} = \frac{D_1}{D_T} \cdot \frac{i_1 - i_{al}}{\Delta s_p} + \frac{D_{si}}{D_T} \cdot \frac{i_3 - i_2}{\Delta s_p}, \qquad (5)$$

în care :

i_1 este entalpia aburului viu ;

i_2 — entalpia aburului înaintea supraîncălzirii intermediare ;

i_3 — entalpia aburului supraîncălzit intermediar ;

i_{al} — entalpia apei de alimentare ;

D_1 — debitul de abur viu :

D_{si} — debitul de abur supraîncălzit intermediar ;

D_T — debitul de abur livrat consumatorilor termici.

Diferența de entropie Δs_p care intervine atît în definirea temperaturii medii inferioare cît și a celei superioare depinde de nivelul de presiune (de temperatură) la care livrează căldura (vezi figura 1). În consecință, temperatura medie superioară definită cu una din relațiile (4) și (5) este valabilă numai pentru o anumită situație de livrare a căldurii. Pentru eliminarea acestui dezavantaj se definește o temperatură medie superioară de referință T^0_{ms} cu relațiile :

$$T^0_{ms} = \frac{D_1}{D_T} \cdot \frac{i_1 - i_{al}}{\Delta s_0} \qquad (6)$$

pentru grupurile fără supraîncălzire intermediară și :

$$T^0_{ms} = \frac{D_1}{D_T} \cdot \frac{i_1 - i_{al}}{\Delta s_0} + \frac{D_{si}}{D_T} \cdot \frac{i_3 - i_2}{\Delta s_0} \qquad (7)$$

pentru cele cu supraîncălzire intermediară, unde Δs_0 este diferența de entropie în cazul în care căldura s-ar livra la nivelul termic al mediului ambiant $T_0 = 293$ K (20°C).

Între temperaturile medii superioare definite prin relațiile (4 — 5) și (6 — 7) se poate scrie relația :

$$T_{ms} = T^0_{ms} \cdot \frac{\Delta s_0}{\Delta s_p} = T^0_{ms} \cdot \frac{1}{\overline{\Delta s_p}}, \qquad (8)$$

unde $\overline{\Delta s_p}$ este valoarea raportată a variației de entropie și este definită prin raportul :

$$\overline{\Delta s_p} = \frac{\Delta s_p}{\Delta s_0}. \qquad (9)$$

Determinarea temperaturii medii superioare de referință T^0_{ms} cu relațiile (6) și (7) necesită cunoașterea unor relații complexe referitoare la ciclul instalațiilor de termoficare. Este posibilă o estimare a acestor valori pe baza unui calcul simplificat al ciclului termic (prin metoda Panzer), erorile introduse fiind de maximum $\pm(1-1{,}5\,\%)$ față de metoda exactă de calcul, datele necesare fiind prezentate sintetic în tabelul 1.

Tabelul 1

Mărimi caracteristice ciclurilor de termoficare

Nr. crt.	Parametri inițiali ai aburului			Parametri de supraîncălzire intermediară			Temperatura apei de alimentare		Număr de prize regenerative [1]	Randamentul intern
	Presiune [bar]	Temperatură [°C]	Temperatură [K]	Presiune [bar]	Temperatură [°C]	Temperatură [K]	[°C]	[K]		
1	34.3	450	723.15	—	—	—	150	423.15	3	0.8
2	88.2	510	783.15	—	—	—	210	483.15	5	0.8
3	127.4	540	813.15	—	—	—	230	503.15	6	0.83
4	137.2	540	813.15	37/35[2]	350/540[2]	623.15/813.15	240	513.15	5	0.82/0.88[3]
5	182	550	823.15	48/40[2]	345/550[2]	618.15/823.15	250	523.15	5	0.82/0.88[3]
6	235	550	823.15	39/35[2]	295/560	568.15/833.15	263	536.15	6	0.82/0.88[3]

[1] Numărul de prize regenerative înaintea prizei de termoficare urbană.
[2] Parametrii intrare supraîncălzitor intermediar/parametrii ieșire supraîncălzitor intermediar.
[3] Randamentul intern CIP/randament intern mediu CMP+CJP.

Estimarea temperaturilor medii inferioare T_{mi} pe baza relației (3) necesită trasarea în diagrama $i - s$ a proceselor reale de destindere, în vederea stabilirii atît a entalpiei i_p, cît și a variațiilor de entropie Δs_p. Tabelele 2 — 4 sintetizează valorile estimate ale mărimilor T^0_{ms}, T_{mi} și Δs_p, iar în figurile 2 și 3 sînt prezentate variațiile diferențelor de entropie Δs_p în funcție de temperatura de saturație T_p corespunzătoare presiunii p_p de livrare a aburului din turbină.

Analizînd rezultatele obținute, sintetizate în tabelele 2— 4, și alurile curbelor din figurile 2 și 3 se trag următoarele concluzii :

— aburul extras din turbinele de termoficare este saturat umed sau chiar ușor supraîncălzit (cazul prizelor urbane) și supraîncălzit (cazul prizelor industriale), însă temperaturile medii inferioare sînt foarte apropiate de cele de saturație, astfel că fără a introduce erori mai mari de circa 1,5% se poate considera $T_{mi} \simeq T_p$;

— variațiile diferenței de entropie Δs_p, în funcție de temperatura de saturație sînt practic liniare, putîndu-se stabili corelațiile prezentate în tabelul 5.

Soluția termoficării utilizînd grupuri cu condensație și priză reglabilă poate fi considerată soluție de termoficare caracteristică, întrucît grupul cu contrapresiune este un caz particular al primei soluții corespunzătoare încărcării nule a părții de condensație.

Tabelul 2

Valori estimate ale mărimilor Δs_0 și T^0_{ms}

Ciclul de termoficare din tabelul 1 :	Diferența de entropie de referință Δs_0 [kJ/kg.K]	Temperatura medie superioară de bază T^0_{ms}, [K]
1	7,7705	374,78
2	7,574	401,6
3	7,454	424,05
4	8,09	443,2
5	7,822	462,96
6	7,913	490,95

Pe baza ciclurilor Carnot echivalente atît ciclului combinat, cît și ciclurilor separate de producție, se pot scrie relațiile :

a) pentru ciclul de termoficare :

— căldura produsă ;

$$Q_{CET} = Q = D_T \cdot T_p \cdot \Delta s_p ; \qquad (10)$$

— energia electrică produsă în termoficare :

$$E_T = D_T(T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_p \cdot \Delta s_p) ; \qquad (11)$$

Tabelul 3

Temperaturile medii inferioare T_{mi} și diferențele de entropie Δs_p pentru prizele (contrapresiunile) urbane

Ciclul de termoficare din tabelul 1 :	Presiunea prizei [bar]	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
	Temperatura de saturație T_p [kJ	354,5	363,12	369,87	375,47	380,29	384,53	388,32	391,77	394,93	397,86	400,58
1	Δs_p [kJ/kg.K]	6,419	6,278	6,167	6,078	6,0004	5,934	5,881	5,8265	5,78	5,736	5,696
	T_{mi} [K]	354,5	363,12	370	375,65	380,94	385,35	388,86	392,7	395,94	398,89	401,95
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0	0	0,035	0,05	0,17	0,21	0,14	0,24	0,255	0,26	0,34
2	Δs_p [kJ/kg.K]	6,2096	6,068	5,96	5,873	5,7986	5,74	5,678	5,6276	5,5808	5,536	5,497
	T_{mi} [K]	354,5	363,12	369,87	375,47	380,29	384,53	388,32	391,77	395,05	397,92	400,87
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025	0,016	0,075
3	Δs_p [kJ/kg. K]	6,038	5,902	5,798	5,712	5,643	5,5808	5,527	5,478	5,433	5,392	5,355
	T_{mi} [K]	354,5	363,12	369,87	375,47	380,29	384,53	388,32	391,77	394,93	397,86	400,58
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Δs_p [kJ/kg.K]	6,5187	6,389	6,287	6,202	6,1334	6,0706	6,017	5,97	5,925	5,889	5,853
	T_{mi} [K]	354,55	363,43	370,48	376,13	38,16	386,25	390,36	394,07	397,6	400,6	400,85
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0,015	0,085	0,165	0,225	0,34	0,45	0,52	0,52	0,67	0,68	0,83
5	Δs_p [kJ/kg.K]	6,4455	6,317	6,216	6,134	6,066	6,003	5,949	5,888	5,843	5,81	5,761
	T_{mi} [K]	345,5	363,15	370,2	375,95	381,05	385,6	389,61	394,18	397,7	401,4	404,38
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0	0,008	0,9	0,12	0,2	0,28	0,33	0,61	0,69	0,79	0,94
6	Δs_p [kJ/kg.K]	6,5862	6,4561	6,3525	6,2656	6,1988	6,1347	6,0806	6,033	5,984	5,94	5,912
	T_{mi} [K]	354,74	363,72	370,81	376,83	382,3	386,94	391,06	394,88	398,76	401,99	404,8
	$[T_{mi}-T_p]/T_{mi}$ [%]	0,068	0,16	0,25	0,36	0,52	0,63	0,707	0,796	0,97	1,04	1,07

Pentru determinarea temperaturii medi inferioare s-a considerat că entaipia de returnare a condensatului *i* (v. rel. 2) este entalpia apei de saturație la presiunea respectivă.

Tabelul 4

Temperaturile medii inferioare T_{mi} și diferențele de entropie Δs_p pentru prizele (contrapresiunile) industriale

Ciclul de termoficare din tabelul 1	Presiunea prizei [bar]	3	5	9	12	15	18	21
	Temperatura de saturație T_p [K]	408,69	431,99	448,5	461,1	471,43	480,25	487,99
1	Δs_p [kJ/kg.K]	6,057	5,987	5,825	5,804	5,7798	5,762	–
	T_{mi} [K]	401,78	432,22	448,01	460,49	470,38	478,92	–
	$[T_{mi}T_p]/T_{mi}$ [%]	1,5	0,05	−0,11	−0,13	−0,22	−0,29	–
2	Δs_p [kJ/kg.K]	–	5,688	5,634	5,598	5,5697	5,547	5,521
	T_{mi} [T]	–	429,75	445,08	456,67	465,806	473,88	491,5
	$[T_{mi}- T_p]/T_{mi}$ [%]	–	−0,68	−0,77	−0,97	−1,21	−1,34	−1,35
3	Δs_p [kJ/kgK]	–	5,567	5,522	5,489	5,465	5,443	5,428
	T_{mi} [K]	–	429,06	443,95	455,38	464,33	472,05	490,7
	$[T_{mi}- T_p]/T_{mi}$ [%]	–	−0,68	−1,02	−1,28	−1,52	−1,54	−1,51

Pentru determinarea temperaturii medii inferioare, în mod convențional, s-a considerat că entalpia de returnare a condensatului corespunde la 100°C și presiunii atmosferice.

Tabelul 5

Relații de dependență între $\overline{\Delta s_p}$ și T_p

Ciclul de termoficare din tabelul 1:	Felul aburului livrat	Relația de dependență
1	urban	$\overline{\Delta s_p} = 1{,}04699 - 0{,}72147 * 10^{-3} \cdot T_p$
	industrial	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}89008 - 3{,}09323 * 10^{-4} \cdot T_p$
2	urban	$\overline{\Delta s_p} = 1{,}00561 - 0{,}6306 * 10^{-3} \cdot T_p$
	industrial	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}91187 - 3{,}7487 * 10^{-4} \cdot T_p$
3	urban	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}98339 - 0{,}55955 * 10^{-4} \cdot T_p$
	industriai	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}8907 - 3{,}3299 * 10^{-4} \cdot T_p$
4	urban	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}99458 - 0{,}63499 * 10^{-3} \cdot T_p$
5	urban	$\overline{\Delta s_p} = 0{,}97255 - 0{,}51681 * 10^{-3} \cdot T_p$
6	urban	$\overline{\Delta s_p} = 1{,}01431 - 0{,}51686 * 10^{-3} \cdot T_p$

Relațiile de recurență $\overline{\Delta s_p}$ pentru nivelurile de presiune urbane se pot folisi și pentru zonele de presiuni scăzute ($p \geq 0{,}03$ bar), deci pentru determinarea lui $\overline{\Delta s_c}$ și $\overline{\Delta s_c^*}$, fără ca erorile de estimare să depășească $\pm$ 1,5 %.
Relațiile țin cont de faptul că influența preîncălzirii regenerative se modifică odată cu modificarea nivelului de presiune a care se livrează aburul.

— energia electrică produsă în condensație :

$$E_c = D_c \cdot (T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_c \cdot \Delta s_c) \qquad (12)$$

— energia electrică total produsă :

$$E_{CET} = E = E_T + E_c = (D_c + D_T) \cdot T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - D_T \cdot T_p \cdot \Delta s_p - D_c \cdot T_c \cdot \Delta s_c ; \qquad (13)$$

— căldura introdusă în ciclul de termoficare :

$$Q_0^{CET} = (D_T + D_c) \cdot T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 ; \qquad (14)$$

b) pentru ciclurile de producție separate :
— căldura produsă :

$$Q_{CT} = Q = D_T \cdot T_p \cdot \Delta s_p \qquad (15)$$

— căldura introdusă în centrala termică :

$$Q_0^{CT} = Q_{CT} = D_T \cdot T_p \cdot \Delta s_p \qquad (16)$$

— energia electrică produsă de centrala cu condensație :

$$E_{CTE} = E \qquad (17)$$

— căldura introdusă în ciclul centralei de condensație :

$$Q_0^{CTE} = E \cdot \frac{T^{0*}_{ms} \cdot \Delta s_0}{T^{0*}_{ms} \cdot \Delta s_0 - T^*_c \cdot \Delta s^*_c} . \qquad (18)$$

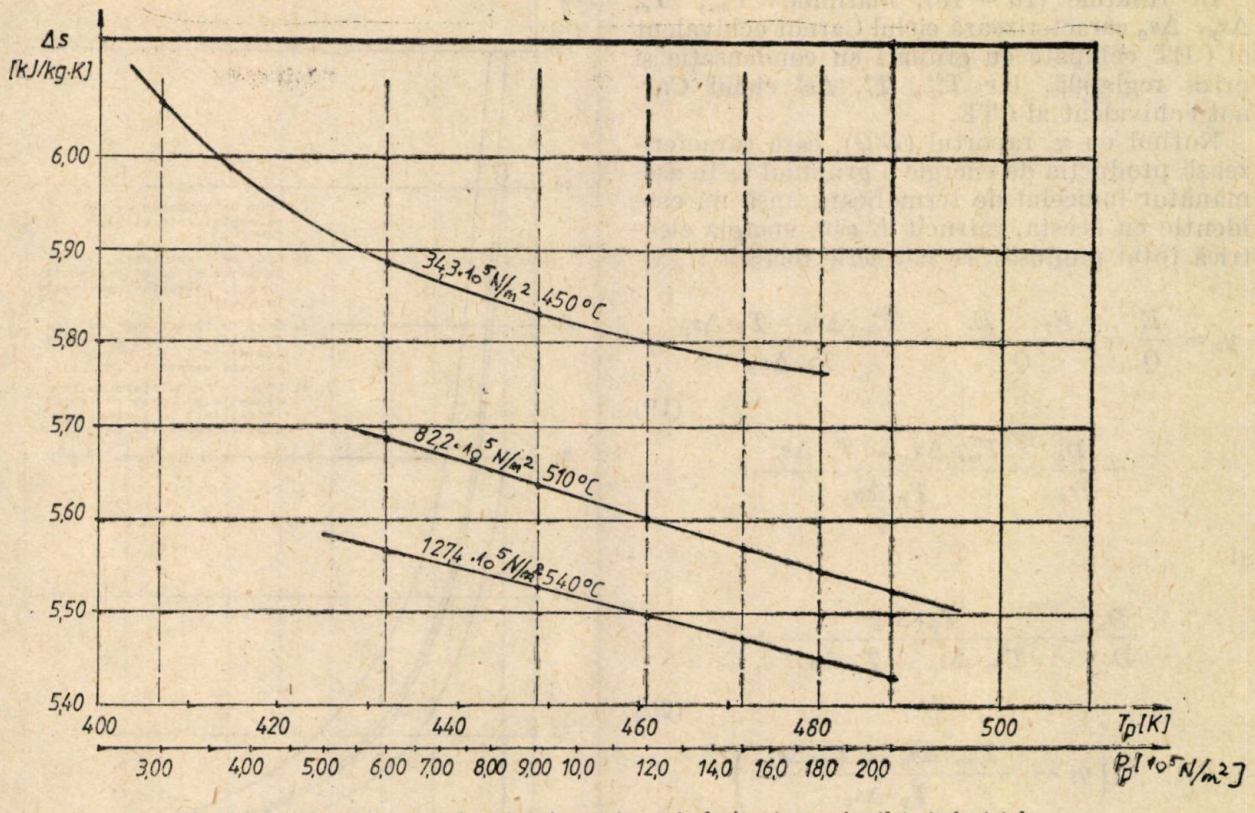


Fig. 2. Variația diferenței de entropie pentru prizele (contrapresiunile) industriale.

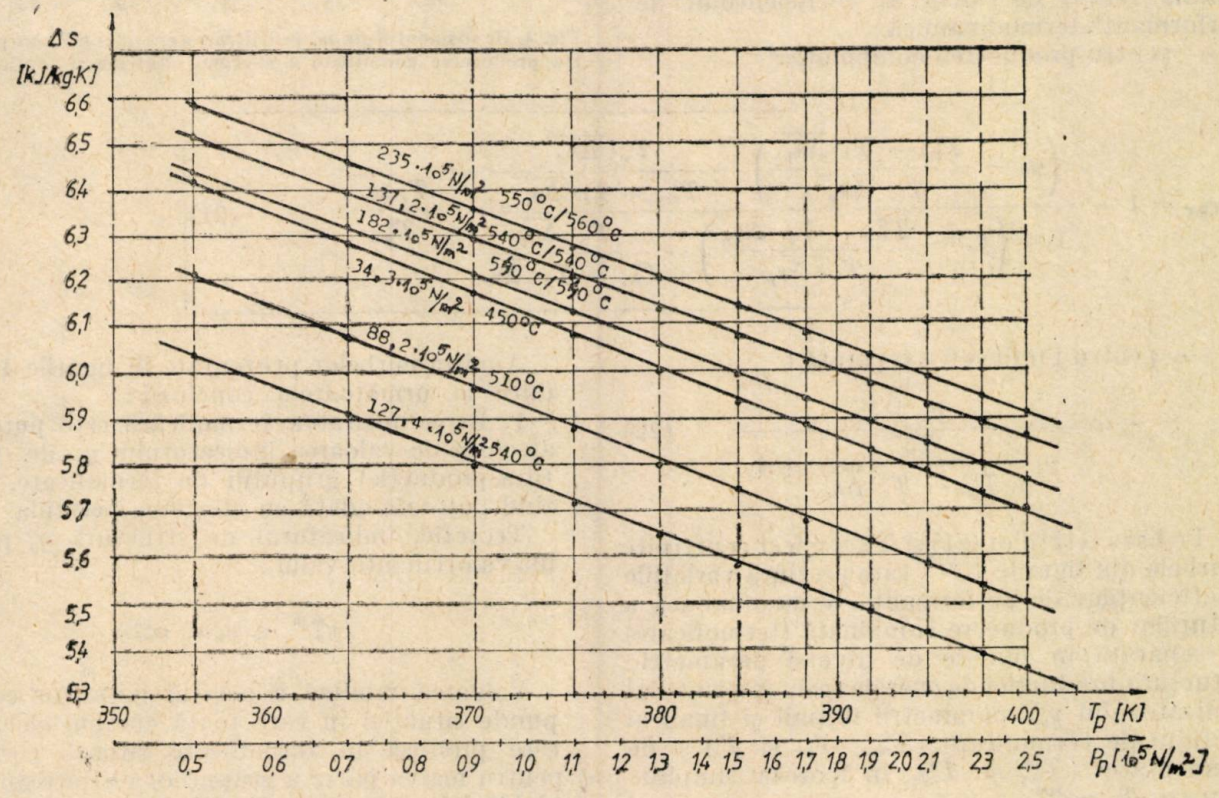


Fig. 3. Variația diferenței de entropie pentru prizele (contrapresiunile) urbane.

În relaţiile (10 — 18), mărimile T^0_{ms}, T_c, Δs_p, Δs_0 caracterizează ciclul Carnot echivalent al CET echipate cu grupuri cu condensaţie şi priză reglabilă, iar T^{0*}_{ms}, T^*_c, Δs^*_c ciclul Carnot echivalent al CTE.

Notînd cu y_g raportul (E/Q), care caracterizează producţia de energie a grupului (este asemănător indicelui de termoficare, însă nu este identic cu acesta, întrucît E este energia electrică total produsă), se pot scrie relaţiile :

$$y_g = \frac{E}{Q} = \frac{E_T + E_c}{Q} = \frac{T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_p \cdot \Delta s_p}{T_p \cdot \Delta s_p} + \tag{19}$$

$$+ \frac{D_c}{D_T} \cdot \frac{T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_c \cdot \Delta s_c}{T_p \cdot \Delta s_c}$$

şi :

$$\frac{D_c}{D_T} = \frac{T_p \cdot \Delta s_p}{T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_c \cdot \Delta s_c} \times \tag{20}$$

$$\times \left(y_g - \frac{T^0_{ms} \cdot \Delta s_0 - T_p \cdot \Delta s_p}{T_p \cdot \Delta s_p} \right)$$

Înlocuind relaţiile (10 ÷ 20) in expresiile 1 şi 2, ţinînd cont de relaţia (9), se obţin următoarele relaţii de calcul al coeficientului de performanţă termodinamică :

— pentru producerea combinată :

$$\eta_{CET} = 1 - \frac{\left(y_g - \frac{T^0_{ms} - T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}} \right) \cdot \frac{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T^0_{ms} - T_c \cdot \overline{\Delta s_c}} \cdot \frac{T_c \overline{\Delta s_c}}{T^0_{ms}}}{1 + \left(y_g - \frac{T^0_{ms} - T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}} \right) \cdot \frac{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T^0_{ms} - T_c \cdot \overline{\Delta s_c}}} \tag{21}$$

— pentru producerea separată :

$$\eta_s = \frac{y_g + 1}{y_g \cdot \frac{T^{0*}_{ms}}{T^{0*}_{ms} - T^*_c \cdot \overline{\Delta s_c}} + 1} . \tag{22}$$

Pe baza relaţiilor (21) şi (22) au fost construite curbele din figurile 4 — 7 care prezintă variaţiile coeficienţilor de performanţă termodinamică a soluţiilor de producere combinată (termoficare) şi separată în funcţie de diverşi parametri : structura producţiei de energie (prin intermediul indicatorului y_g), parametrii iniţiali şi finali ai ciclului de termoficare (T^0_{ms}, T_p şi T_c) şi de condensaţie (T^{0*}_{ms} şi T^*_c), în ipoteza simplificatoare $T_c \simeq T^*_c$.

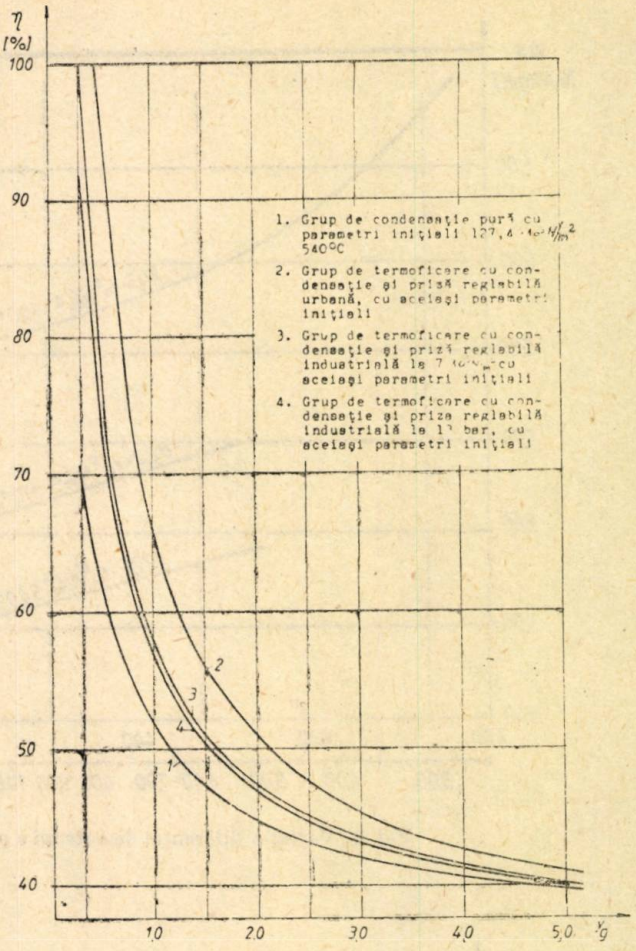


Fig. 4. Randamentul global de utilizare a energiei primare pentru producerea combinată a energiei electrice şi termice.

Analiza curbelor prezentate în figurile 4 — 7 duce la următoarele concluzii :

1. Economicitatea termoficării este puternic afectată de valoarea indicatorului y_g, de structura producţiei grupului de termoficare, scăzînd puternic odată cu creşterea acestuia.

Teoretic, indicatorul de structură y_g poate lua valori în intervalul :

$$y_g^{min} \leqslant y_g < \infty. \tag{23}$$

Valoarea minimă a acestui indicator corespunde situaţiei în care toată energia electrică este produsă în termoficare, situaţie posibilă pentru marea parte a grupurilor de termoficare (debitul de răcire a părţii de joasă presiune fiind,

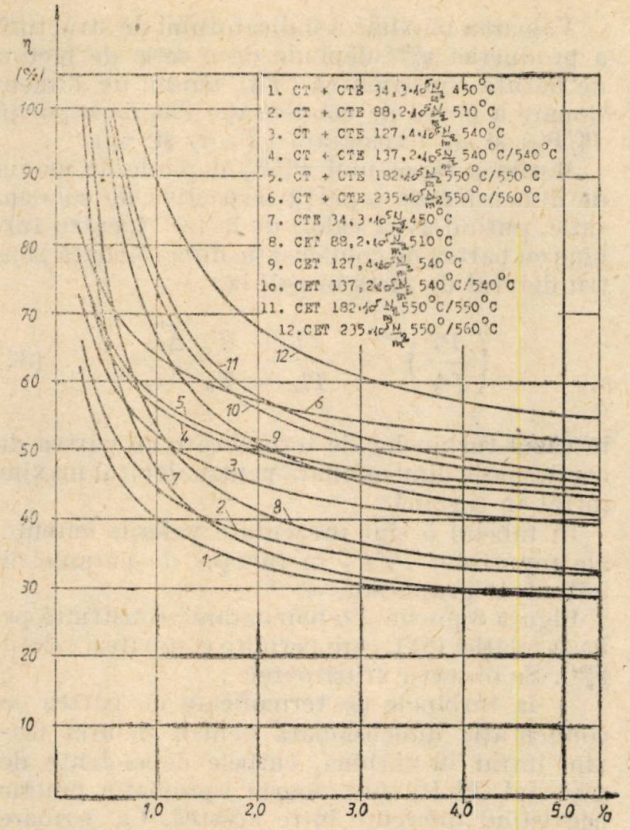


Fig. 5. Randamentul termic global de utilizare a energiei primare pentru producția separată și combinată de energie electrică și termică (consumator termic urban) comparativ cu producția separată.

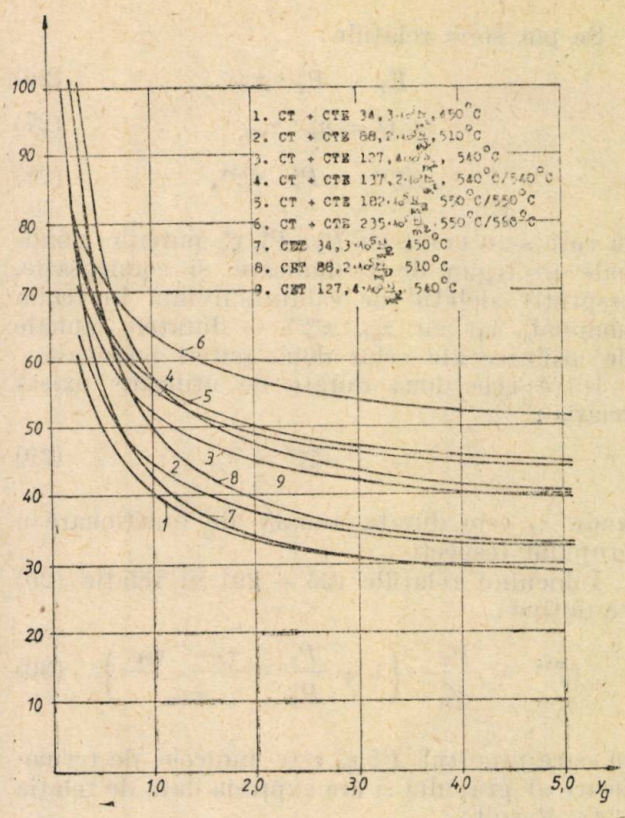


Fig. 6. Randamentul termic global de utilizare a energiei primare pentru producerea separată și combinată de energie electrică și termică (consumatori termici industriali $p = 7 \cdot 10^5$ N/m²) comparativ cu producerea separată.

de regulă, inferior debitului de mers în gol al turbinelor).

Această valoare este practic egală cu valoarea indicelui de termoficare al grupului respectiv:

$$y_g^{\min} = \frac{T_{ms}^0 - T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}} \qquad (24)$$

În condițiile unei încărcări corespunzătoare a prizei reglabile a turbinei de termoficare, indicatorul de structură poate depăși o valoare maximă posibilă, dată de relația:

$$y_g^{\max} = \frac{E^{\max}}{Q} = \frac{E_T + E_c^{\max}}{Q}. \qquad (25)$$

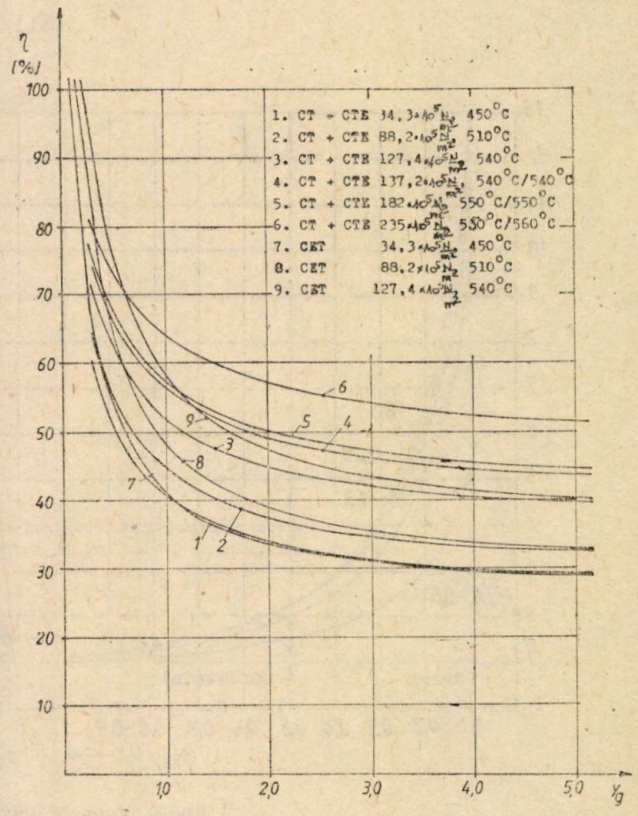


Fig. 7. Randamentul termic global de utilizare a energiei primare pentru producerea separată și combinată a energiei electrice și termice (consumatori termici industriali $p = 13 \cdot 10^5$ N/m²) comparativ cu producerea separată.

Se pot scrie relaţiile:

$$E_T = P_T^c \cdot \tau_{ut}, \tag{26}$$

$$Q = q_p^c \cdot \tau_{ut}, \tag{27}$$

$$E_c^{max} = P_c^c \cdot \tau_{uc}^{max}, \tag{28}$$

în care s-au notat cu P_T^c, P_c^c, q_p^c puterile nominale în regim de termoficare şi condensaţie, respectiv debitul de căldură livrată în regim nominal, iar cu τ_{ut}, τ_{uc}^{max} — duratele anuale de utilizare ale celor două puteri nominale.

Între cele două durate de utilizare există relaţia:

$$\tau_{ut} + \tau_{uc}^{max} = \tau_f, \tag{29}$$

unde τ_f este durata anuală de funcţionare a grupului respectiv.

Înlocuind relaţiile (26 — 29) în relaţia (25) se obţine:

$$y_g^{max} = \frac{P_T^c}{q_p^c} \cdot \left(1 + \frac{P_c^c}{P_T^c} \cdot \frac{\tau_f - \tau_{ut}}{\tau_{ut}}\right). \tag{30}$$

în care raportul P_T^c/q_p^c este indicele de termoficare al grupului şi are expresia dată de relaţia (24). Rezultă:

$$y_g^{max} = \frac{T_{ms}^0 - T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}{T_p \cdot \overline{\Delta s_p}} \cdot \left(1 + \frac{P_c^c}{P_T^c} \cdot \frac{\tau_f - \tau_{ut}}{\tau_{ut}}\right). \tag{31}$$

Valoarea maximă a indicatorului de structură a producţiei y_g^{max} depinde de o serie de factori de natură constructivă (T_{ms}^0, modul de dimensionare a părţii de condensaţie dat de raportul P_c^c/P_T^c) şi de exploatare (T_p, τ_f şi τ_{ut}).

Mărimea raportului P_c^c/P_T^c depinde de modul de dimensionare a părţii respective de condensaţie, putînd avea valori de la „0" (pentru turbine cu partea de condensaţie dimensionată pentru debitul de mers în gol) la:

$$\left(\frac{P_c^c}{P_T^c}\right)^{max} = \frac{T_{ms}^0 - T_c \cdot \overline{\Delta s_c}}{T_{ms}^0 - T_p \cdot \overline{\Delta s_p}}, \tag{32}$$

în cazul turbinelor de termoficare cu partea de condesnaţie dimensionată pentru debitul maxim intrat în turbină.

În tabelul 5 sînt prezentate valorile curente ale raportului P_c^c/P_T^c în funcţie de parametrii iniţiali ai grupurilor.

Figura 8 prezintă o nomogramă construită pe baza relaţiei (31), care permite estimarea valorii y_g^{max}. Se observă următoarele:

— la turbinele de termoficare cu partea de condensaţie dimensionată pentru debitul maxim intrat în turbină, curbele dependente de raportul P_c^c/P_T^c sînt foarte apropiate, practic neexistînd diferenţe între acestea. Ca urmare grupurile de termoficare se pot clasifica după, modul de alimentare a părţii de condensaţie în trei grupe, respectiv: pentru 50%, 100% din puterea maximă în termoficare şi pentru putere maximă în termoficare;

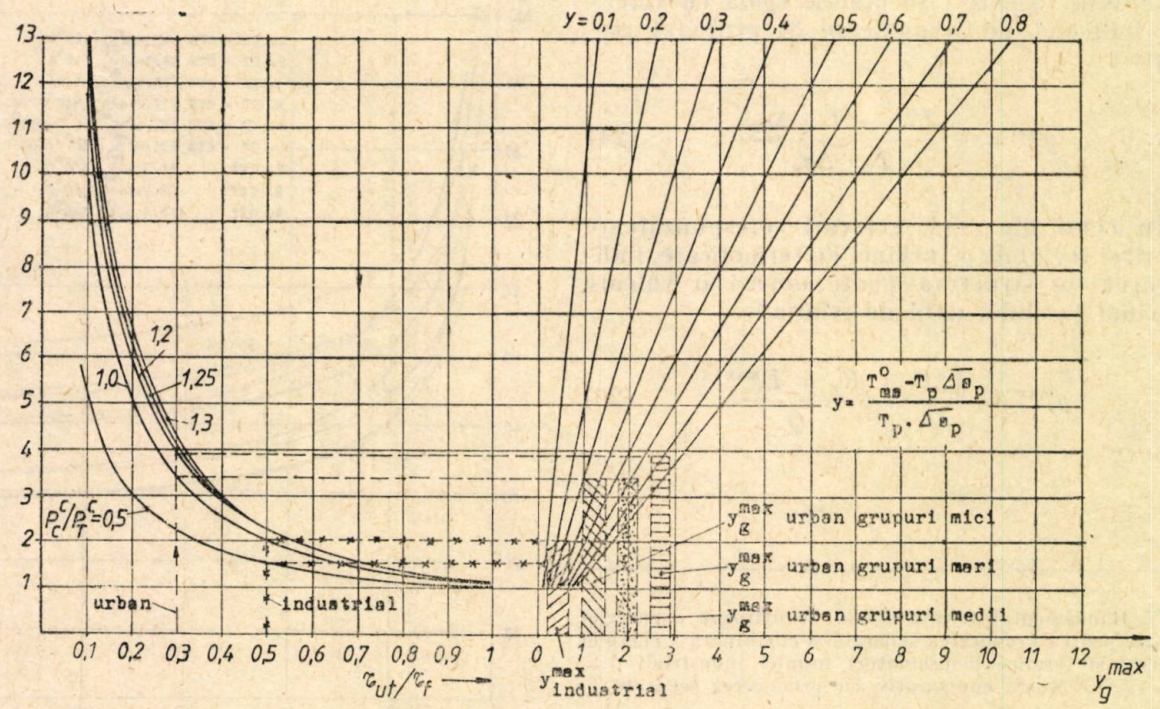


Fig. 8. Valorile maxime ale indicatorului y_g.

Tabelul 6

Valorile curente ale raportului P_c^c/P_T^c pentru turbinele de termoficare cu condensație și priză reglabilă

Nr. crt.	Parametrii inițiali ai grupului	Felul turbinei de termoficare	Valoarea raportului P_c^c/P_T^c
1	34,3 bar ; 450°C	cu o priză industrială	0,5 ; 1
		cu două prize	0,5 ; 1
		cu o priză urbană	1
2	88,2 bar ; 510°C	cu o priză industrială	0,5 ; 1
		cu două prize	0,5 ; 1
		cu o priză urbană	1
3	127,4 bar ; 540°C	cu două prize	1
		cu o priză urbană	1 ; $(P_c^c/P_T^c)^{max} = 1,24$
4	137 bar ; 540°C/540°C	cu o priză urbană	$(P_c^c/P_T^c)^{max} = 1,25$
5	182 bar ; 550°C/550°C	cu o priză urbană	$(P_c^c/P_T^c)^{max} = 1,25$
6	235 bar ; 550°C/560°C	cu o priză urbană	$(P_c^c/P_T^c)^{max} = 1,31$

— în cazul consumurilor urbane, raportul τ_{ut}/τ_f poate lua pentru condițiile României, o valoare minimă de circa 0,3. Ca urmare, valoarea maximă a indicatorului de structură y_g^{max} poate avea următoarele valori :

- circa 2,5 — 2,8 pentru grupurile de termoficare urbană mari și parametrii inițiali ridicați (cu partea de condensație dimensionată pentru puterea maximă în condensație și cu valori ridicate ale indicelui de termoficare $y = 0,65 - 0,75$ kW/kW) ;
- circa 1,7 — 2,2 pentru grupurile de termoficare urbană medii (cu partea de condesație dimensionată pentru 100% din puterea în termoficare și cu indici de termoficare $y = 0,5 - 0,65$ kW/kW) ;
- circa 1 — 1,5 pentru grupurile de termoficare mici (cu partea de condensație dimensionată pentru 100% din puterea în termoficare și cu indici de termoficare $y = 0,3 - 0,45$ kW/kW) ;

— în cazul grupurilor de termoficare industrială raportul τ_{ut}/τ_f poate lua o valoare minimă de circa 0,5. Ca urmare, valoarea maximă a indicatorului de structură poate fi de aproximativ 0,2 — 0,7 (pentru dimensionări ale părții de condensație pentru 50%, 100% din puterea în termoficare și cu indici de termoficare $y = 0,1 - 0,35$ kW/kW).

Pe baza valorilor maxim posibile ale indicatorului y_g și a datelor din figura 5 se trag următoarele concluzii :

— grupurile de termoficare urbană mari, cu parametrii inițiali ridicați și cu supraîncălzire intermediară conduc întotdeauna la coeficienți de performanță termodinamică superiori producerii separate (întrucît în România nu există grupuri cu parametri supracritici, curbele 6 și 12 din figura 5 nu au fost luate în considerație) ;

— grupurile de termoficare urbană de puteri medii, cu parametrii inițiali de 127,4 bari și 540°C sînt superioare din punct de vedere termodinamic producerii separate pentru valori $y_g < 2,2 - 2,5$, mai mari decît cele maxim posibile (1,7 — 2,2) și în consecință sînt superioare producerii separate practic întotdeauna ;

— grupurile de termoficare urbană mici, cu parametrii inițiali medii și coborîți sînt superioare termodinamic producerii separate numai pentru valori $y_g \leqslant 0,5 - 1,1$. Aceste valori sînt mai mici decît cele maxim posibile (1 — 1,5) și utilizarea unor astfel de grupuri poate să conducă, în cazul încărcării de lungă durată a părții de condesație, la performanțe termodinamice inferioare producerii separate ;

— grupurile de termoficare industrială cu parametrii inițiali de 127,4 bari și 540°C sînt superioare termodinamic producerii separate pentru valori $y_g \leqslant 1,1$, practic independent de presiunea aburului livrat. Această valoare este mai mare decît valoarea y_g^{max} și în consecință, se poate afirma că termoficarea este practic întotdeauna superioară producerii separate ;

— grupurile de termoficare industrială cu parametrii medii sau coborîți sînt superioare termodinamic producerii separate numai pentru valori $y_g < 0,2 - 0,6$, valorile maxim posibile se situează practic în același domeniu.

Ca urmare se poate spune că și ele sînt superioare întotdeauna producerii separate.

2. Eficiența termodinamică a producerii combinate a energiei electrice și termice este influențată de parametrii inițiali ai ciclurilor (grupurilor) de termoficare, ea crescînd odată cu creșterea acestora, iar alura descrescătoare cu y_0 se atenuează.

Diferențele între coeficienții de performanță realizați în termoficare față de cazul producerii separate, în condițiile aceloraşi parametri inițiali, scad cu creșterea indicatorului y_0 Valorile acestor diferențe cresc odată cu creșterea parametrilor inițiali.

3. Nivelul termic la care se livrează căldura influențează, de asemenea, coeficientul termodinamic de performanță a termoficării, acesta scăzînd odată cu creșterea parametrilor de livrare a căldurii. Pentru consumatorii industriali acest efect este mai redus (vezi figura 4), datorită apropierii mai mari a izobarelor în domeniul presiunilor solicitate de consumatorii industriali.

4. Comparația termoficării cu producerea separată numai pe baza coeficientului termodinamic de performanță permite stabilirea influenței asupra economicității energetice a termoficării a principalilor factori : parametrii inițiali ai turbinelor de termoficare cu condensație și prize reglabile și regimurile de funcționare ale acestora.

În afară de acești factori, economicitatea comparativă a termoficării față de producerea separată este influențată și de randamentele energetice ale echipamentelor utilizate în cele două soluții, de consumurile diferite ale serviciilor proprii termice și electrice și de pierderile diferite apărute la transportul energiilor produse combinat și separat. Astfel că, pentru a oferi o analiză energetică corectă, comparația termodinamică trebuie completată de un calcul al economiei de combustibil obținută în termoficare față de producția separată, aceasta constituind indicatorul energetic care permite luarea în considerație a tuturor factorilor ce pot diferența termoficarea de producția separată.

(Primit la 3 mai 1993, acceptat la 9 iunie 1993)

Sistemul tarifar reprezintă unul din instrumentele care contribuie la definirea imaginii unei companii de electricitate.

Tarifele trebuie să fie construite în concordanță cu realitățile socio-economice, ținînd cont de toate influențele externe, dar, în același timp, să fie transparente, pentru a fi bine înțelese de către consumatori.

Lucrarea prezintă evoluția tarifelor la energia electrică și termică în România în ultimii 10 ani și tendințele viitoare.

Politica tarifară în România*

The tariff system represents one of the instruments which contributes in the definition of the electricity company's image.

The tariffs must be in accordance with the socio-economic realities taking into account all external influences and in the same time must be transparents in order to be well understood by the consummers.

The paper presents the evolution of electricity and heat tariffs in the last 10 years in Romania and the future trends.

Tariff policy in Romania*

Ing. DUMITRU MANEA**

Descriptori : tarife, politică tarifară

NOTĂ. După opiniile referenților de specialitate lucrarea prezintă unele aspecte ale problematicii tarifare, îndeobște cunoscute și publicate anterior (conform bibliografiei articolului), dar de mare actualitate.

Principiile prezentate sînt considerate corecte de către specialiști și prezintă un punct de vedere al autorului.

Se așteaptă și alte opinii în legătură cu subiectul prezentat în titlu.

Dată fiind importanța și actualitatea problemei, articolul se prezintă și în limba engleză pentru a putea transmite informații specialiștilor de peste hotare și eventual a face un schimb de experiență.

REDACȚIA

1. Scurtă prezentare a sectorului energetic

Producerea, transportul și distribuția energiei electrice în România este asigurată de Regia Autonomă de Electricitate — RENEL, o instituție publică cu capital de stat.

RENEL gestionează 92% din capacitățile de producție a energiei electrice, transportul și distribuția acesteia, precum și 40% din capacitățile de producție pentru energia termică din surse centralizate.

Puterea instalată la sfîrșitul anului 1992 în centralele RENEL era de 20600 MW, structura acesteia fiind următoarea :

— în centralele hidroelectrice : 5687 MW ;
— în centralele termoelectrice : 14913 MW ;
din care : • centrale pe cărbune : 8666 MW ;
• centrale pe hidrocarburi : 6247 MW.

În funcționarea sistemului electroenergetic național se remarcă o serie de elemente specifice

* Forma restrînsă a acestei lucrări a fost prezentată la reuniunea Cimitetului de Studii UNIPEDE pentru Probleme Economice și Tarifare, martie 1993, Paris, Franța.

** Șeful Serviciului de Tarifare, RENEL.

1. Characterization of the electricity sector

Generation, transmission and distribution of energy are, for the time being, the responsibility of RENEL — Romanian Electricity Autority, a public corporate company (state owned).

RENEL is responsible for about 92% of the generation capacities, for the transmission and distribution of electrical energy and for about 40% of the thermal power generation capacities from centralized sources.

* Extended paper presented to the UNIPEDE's Economics and Tariffs Study Committee Meeting, march 1993, Paris, France.

** Head of Tariffs Department, Romanian Electricity Authorty (RENEL), 33, Blvd. Magheru, 70164—Bucharest

perioadei de tranziție la economia de piață, dintre care pot fi menționate :

— producția de energie electrică în anul 1992 a fost de 52,4 TWh (188 640 TJ), iar cea de energie termică de 45,753 Tcal (10,93 TJ) [1]. Puterea medie produsă în centralele RENEL a scăzut de la 8659 MW în 1989 la 6163 MW în 1992. Importul de energie electrică necesar acoperirii consumului intern a scăzut de la 9,3% în 1989 la 7,2% în 1992 ;

— consumul intern de energie electrică a fost în 1992 de 58,3 TWh (209 880 TJ), cu 30,3% mai mic în comparație cu 1989 ;

— energia termică livrată a fost cu 28,9% mai mică în 1992 față de 1989, reducerea localizîndu-se la consumatorii industriali.

2. Principiile elaborării tarifelor

În elaborarea politicii sale tarifare, RENEL are în vedere cea mai importantă funcție a prețurilor, și anume aceea de a contribui la utilizarea eficientă a tuturor resurselor : umane, materiale, capital, energie [2]. Prețurile practicate de RENEL trebuie, în același timp, să permită transmiterea unor informații corecte către consumator. Prețul trebuie să reflecte costul de livrare și trebuie să realizeze echilibrul între cerere și ofertă.

Pentru a răspunde exigențelor formulate, sistemul de tarife trebuie să răspundă următoarelor cerințe [3] :

— să asigure recuperarea costurilor justificate legate de activitățile regiei, stimulînd totodată și tendința de reducere a acestora și inhibînd tendințele de creștere nejustificată ;

— să prezinte flexibilitate în raport cu diversitatea regimurilor de consum pentru energia electrică și termică și cu varietatea consumatorilor alimentați ;

— să contribuie la reducerea costurilor de livrare a energiei electrice prin stimularea consumatorilor pentru a acționa în direcția aplatisării curbei de consum ;

— se se conformeze principiului egalității tratamentului pentru consumatori ;

— să contribuie la promovarea utilizării eficiente a energiei și să descurajeze utilizările neraționale ;

— să corespundă realităților social-economice din societatea noastră, ținînd cont de fenomenele inflaționiste și de puterea de cumpărare a populației ;

— să fie transparente și să permită înțelegerea lor atît de către consumatori, cît și de personalul RENEL însărcinat cu aplicarea lor ;

— să inhibe și să descurajeze tendințele de sustragere a energiei electrice pentru toate categoriile de consumatori ;

— să contribuie la utilizarea judicioasă a resurselor de energie primară, corelîndu-le cu evoluția și variațiile prețurilor tuturor formelor de combustibil și purtători de energie ;

• coal fired power plants : 8666 MW ;

• gas/fuel-oil fired power plants : 6247 MW.

At the end of 1992 the installe capacityd for RENEL was 20600 MW distributed as follows :

— Hydro Power Plants : 5687 MW ;

— Thermal Power Plants : 14913 MW ;

The operation of the Romanian Power System shows some specific trends for the transition period to the market economy, as follows :

— In 1992 the electricity production was 52.4 TWh (188 640 TJ) and the thermal power production was 45.753 Tcal (10.93 TJ) [1]. The average power generated in the RENEL's power plants was in 1989 of 8659 MW and in 1992 of 6163 MW. The import of electric power meant to cover the local consumption represented 9.3% in 1989 and 7.2% in 1992.

— The electric power consumption in 1992 was of 58.3 TWh (209 880 TJ), 30.3% lower in comparison with 1989.

— The supplied thermal power was 28.9% lower in 1992 in comparison with 1989 especialy due to industrial consumers.

2. The principles for elaborating tariffs

For elaborating its tariff policy, RENEL has in view the most important function of prices, namely to contribute to the efficient utilization of resources : manpower, raw materials, capital, energy [2].

RENEL also suggests that prices might convey fair information to the consumer. The price should reflect the delivery cost and should achieve the balance between demand and offer.

In order to approach the above mentioned needs, the tariffing system should answer at some aspects, as [3] :

— to provide incomes enough to suply the financial requests of RENEL, encouraging at the same time the costs reduction and inhibiting the unjustified growing tendencies ;

— to have the necessary flexibility as regards the diversity of electricity and heat consumption rules and the diversity of consumer categories ;

— to contribute to the reduction of electricity and heat delivery costs by stimulating the consumers towards a resonable consumption ;

— to comply with the equity principle for all consumers ;

— to contribute to the efficient energy use and to discourage the unrational uses ;

— to be in accordance with the socio-economic realities, taking into account the inflation and all external influences ;

— to be transparent in order to be well understood not only by the consumers but also by RENEL's personnel ;

— to inhibit and discourage the steal of electricity for all categories of consumers ;

— să răspundă cerinţelor impuse de mecanismele specifice economiei de piaţă, permiţînd reglarea relaţiilor dintre furnizori şi consumatori pe baze economice şi juridice corecte, transparente, stabile şi cît mai puţin generatoare de stări conflictuale ;

— să reprezinte un semnal pentru fiecare client al RENEL, care să fie receptat corect şi să se reflecte apoi în comportamentul energetic al consumatorului, determinînd o permanentă preocupare pentru gospodărirea şi utilizarea judicioasă a tuturor formelor de energie ;

— să reflecte pe cît posibil condiţiile de calitate ale produselor energie electrică şi termică livrate consumatorilor ;

— să ţină cont de posibilităţile de implementare funcţie de dotarea cu aparate de măsură, dar să şi prefigureze necesarul de aparate justificate economic de eficienţa utilizării tarifelor propuse.

Deoarece criteriile propuse sînt adesea în contradicţie unele cu altele, este necesar să se accepte anumite compromisuri.

În ultimii ani, dezvoltarea tehnicii a influenţat proiectarea tarifelor în cel puţin două direcţii :

— utilizarea energiei electrice într-o societate modernă este extrem de diversă, curbele de sarcină variind foarte mult în funcţie de tipul echipamentului folosit şi de natura proceselor ;

— dezvoltarea tehnică a echipamentului de măsură face posibilă, din punct de vedere economic, măsurarea consumului de energie electrică în diferite perioade, chiar şi la micii consumatori.

3. Situaţia actuală a sistemului de tarifare

3.1. Tarife pentru energia electrică activă

În prezent sînt în vigoare următoarele tarife (vezi tabelul 1) :

— **tariful binom diferenţiat**, tip A, se aplică consumatorilor dotaţi cu aparatură de măsură cu două indicatoare de maxim pentru putere şi două cadrane pentru energie. Acest tarif este constituit din taxa pentru puterea adsorbită în orele de vîrf şi în afara orelor de vîrf, precum şi din preţul pentru energia consumată în orele de vîrf şi în restul orelor. Orele de vîrf pentru anul 1993 sînt prezentate în tabelul 2 ;

— **tariful monom diferenţiat**, tip B, se aplică consumatorilor echipaţi cu contoare cu două cadrane pentru energia consumată. Acest tarif are numai două componente : preţul pentru energia electrică consumată în orele de vîrf de sarcină şi preţul pentru energia consumată în restul orelor ;

— **tariful binom simplu**, tip C, se aplică consumatorilor care solicită la contractare o anu-

— to contribute at the rational use of natural resources, in accordance with the evolution of fuel costs ;

— to comply with the specific market economy mechanism in order to settle the relation ship between supplier and consumers on a correct economical, legal, transparent and stable basis thus avoiding conflicts generation ;

— to be a correctly received signal for every RENEL's customer and then to be reflected in the customer's behaviour, in order to generate a permanent concern for the efficient use of all energy forms :

— to reflect, if possible, the quality terms of electricity and heat delivered to the consumers ;

— to take into account the ways of implementing new metering devices and also to establish the requirements of such meters in the future, economically proved by the efficiency of the new tariffs.

Since the above mentioned criteria have often been contradictory to each other, it is necessary to agree to certain compromises.

In the last years the development of technique influenced the world tariffing designing in two directions at least :

— electricity utilization in modern society is extremely different, the load curves varying according to the type of the used equipment and to the nature of processes ;

— the measuring equipment technical development makes possible the measuring of electricity consuption, from the economic point of view, at different times, even to small consumers.

3. Present situation of the tariffing system

3.1. Tariffs for the Active Electric Power

The following tariffs are effective at present (see table 1) :

— **Differentiated binominal tariff**, type A, is to be charged to the consumers equipped with metering devices with two peak indicators, for the input power and with two dials for the consumed power.

This tariff is made up of the price for the peak and out of peak hour input power as well as of the price for the energy consumed during and out of peak hours. The peak hours for 1993 are shown in table 2.

— **Differentiated monominal tariff**, type B, is to be charged to consumers equipped with two dial metering devices for the consumed energy.

This tariff has two components : one for the peak hour consumption and one for the out of peak hour consumption.

— **Simple binomial tariff**, type C, is to be charged to the consumers which require, when contracting, a certain type of power the su-

Tabelul 1
Table 1

Prețuri pentru energia electrică livrată de RENEL (începînd cu 02.08. 1993)**
Retail prices electricity delivered by RENEL (begining with 02.08. 1993)

Niveluri de tensiune egale cu cele din punctele de delimitare a instalațiilor	Prețuri pentru energia electrică activă									Prețuri pentru energia electrică reactivă livrată consumatorilor cu factor de putere mediu lunar mai mic de 0,92 [lei/kvarh]
	A. Tarif binom diferențiat				B. Tarif monom diferențiat		C. Tarif binom simplu		D. Tarif minom simplu	
	Pentru putere *) [lei/kW anual]		Pentru energie [lei/kWh]		[lei/kWh]		[lei/kW anual]	[lei/kWh]	[lei/kWh]	
	Ore de vîrf	Restul orelor	Ore de vîrf	Restul orelor	Ore de vîrf	Restul orelor	Pentru puterea contractată	Pentru energie		
Voltage levels equal to	Prices for the active electric power									Prices for the reactive electric power delivered to the consumers with a monthly medium power factor less than 0.92 [lei/kvarh]
	A. Differentiated binominal rate				B. Differentiated monomial rate		C. Simple binomial tariff		D. Common monomial rate	
	For demand* [lei/kW year]		For energy [lei/kWh]		[lei/kWh]		[lei/kW/ year]	[lei/kWh]	[lei/kWh]	
	Peak hours	Off-peak hours	Peak hours	Off-peak hours	Peak hours	Off-peak hours	For subcribed demand	For energy		
1. Joasă tensiune Low voltage (0.1—1 kV, — including)	75168	35796	53.8	25.6	78.0	37.2	66840	27.0	39.2	3.9
2. Medie tensiune Medium voltage (1—110 kV, — excluding)	71892	34236	51.3	24.4	73.3	34.9	62928	25.8	36.8	3.7
3. Înaltă tensiune High voltage (110 kV and higher)	68916	32820	48.8	23.2	66.9	31.8	58968	24.5	33.6	3.4

* 1. În cazul echipamentelor cu un singur indicator de maxim se aplică numai prețul pentru orele de vîrf.
2. Taxa de dezvoltare inclusă în preț este de 2,2 lei/kWh.
3. Consumatori casnici:
In case of the equipments with a single indicator de maximum is applied only the demand tax for the peak hours.
The development rate are included in the price of electricity (2.2 lei /kWh).
Domestic consumption: 28 lei/kWh

** 1 kWh = 3,6 MJ

Tabelul 2
Table 2

Orele de vîrf în SEN în perioada 1.01—31.12 1993
Peak hours for the period 01.01. — 31.12. 1993

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Dimineața Morning	7—9	7—9	—	—	—	—	—	—	—	—	7—9	7—9
Seara Evening	17—22	17—22	18—22	19—22	20—22	21—22	21—22	20—22	19—22	18—22	17—22	17—22

* 1456 ore de vîrf pentru anul 1993
A total of 1456 peak hours for 1993

mită putere pe care furnizorul are obligația să o asigure, în limita puterii disponibile. Acești consumatori trebuie să aibă instalate echipamente de măsurare cu un singur cadran pentru energie, precum și un limitator de putere maximă contractată.

Tariful este format din două componente : una pentru puterea contractată și cealaltă pentru energia consumată ;

— **tariful monom simplu**, tip D, se aplică consumatorilor care au montate echipamente de măsurare cu un singur cadran, pentru energia electrică consumată ;

— **tarifele zi-noapte**, tip E 1 și E 2, aplicabile consumatorilor care au echipamente adecvate de măsură pentru orele de noapte (22,00 — 6,00) sau pentru perioadele de sfîrșit de săptămînă (de vineri ora 22,00 pînă luni ora 6,00) (vezi tabelul 3).

pplier has to provide within the available power limits.

A contracted single dial metering equipment for energy and a maximum power limiter are mounted.

This tariff has two components : one for the contracted power and one for the consumed energy.

— **Simple monomial tariff**, type D, is to be charged to the consumers contracting only the consumed energy, and which are equipped with single dial metering devices.

— **Time of the day tariffs**, type E_1 and E_2, available for consumers having adequate metering equipment for night hours (10 p. m. — 6 a. m.) or for the week-end period (from Friday 10 p. m. to Monday 6 a. m.) (see table 3).

The tariff levels differ according to the voltage levels, as follows :

— low voltage (0.1 — 1 kV) ;
— medium voltage (1 — 110 kV) ;
— high voltage (110 kV and more).

Tabelul 3
Table 3

Tarife pentru consumul de energie electrică din orele de noapte (începînd cu 02.08.1993)
Time of the electricity tariffes (begining with 02.08.1993)

Nivel de tensiune Voltage level	Tariff E_1*				Tariff E_2*			
	Ore de zi Day hours 6.00 a. m. — —10.00 p. m.		Ore de noapte 22,00—6,00 inclusiv de vineri ora 22,00 pînă luni ora 6,00 Night hours 10.00 p. m.— — 6.00 a. m. and also Friday 10.00 p. m. Monday 6.00 am m.		Ore de zi 6,00—22,00 Day hours 6.00 a.m. — — 10.00 p.m		Ore de noapte 22,00 — 6,00 Night hours 10.00 p. m. — — 6.00 a. m.	
	[lei/kWh]	[lei/MJ]	[lei/kWh]	[lei/MJ]	[lei/kWh]	[lei/MJ]	[lei/kWh]	lei/MJ]
Joasă tensiune Low Voltage	52.9	14,7	27.0	7,5	45.7	12,7	26.5	7,36
Medie tensiune Medium Voltage	49.2	13,7	25.8	7,2	42.8	11,9	25.2	7,0
Înaltă tensiune High Voitage	43.8	12,2	24.5	6,8	38.5	10,7	24.0	6,7

* Acest sistem de tarifare este determinat de instalațiile de măsurare existente în funcțiune, inclusiv pentru perioada de sfîrșit de săptămînă
These tariffs are available fir consumers which can procure the adequate metering equipment and which are now invoiced according to tariff D, on contractual basis.

Nivelul prețului diferă în funcție de nivelul de tensiune :

— joasă tensiune (0,1 — 1 kV) ;
— medie tensiune (1 — 110 kV) ;
— înaltă tensiune (peste 110 kV).

3.2. Tarife pentru energia electrică reactivă

Tariful practicat consideră plata diferenței dintre cantitatea de energie reactivă înregis-

3.2. Tariffs for the Reactive Electric Power

The tariff to be charged considers the reactive energy payment as a difference between the one corresponding to the optimum power factor the (0.92) and the one actually consumed at the performed power factor if this one is smaller than 0.92.

The evolution of the electricity average proces during 1982 — 1993 in Romania is shown in table 4 and figure 1.

Tabelul 4
Table 4

Evoluţia preţului energiei electrice în perioada 1982—1993 în România
Electricity average prices during 1982—1995 in Romania

Decree / Date	Decree 232/ 26.06.1982	Decree 3/ 28.12.1989	Decree 1051/ 1.10.1990	Decree 1355/ 28.12.1990	Decree 239/ 29.03.1991	Decree 464/ 05.07.1991	Decree 776/ 13.11.1991	Decree 412/ 15.10.1992	Decree 412/ 10.05.1993	Decree 206/ 2.08.1993
Preţ mediu Average prices	490.1	490.1	650	1458.7	2200	3000	9500	16800	25640	34100
Preţ mediu IT Average HV prices	400	400	650	1200	1950	2800	8900	15700	24000	33600
Preţ mediu MT Average MV prices	510	510	650	1520	2340	3300	10500	18500	26300	36800
Preţ mediu JT Average LV prices	590	590**	650	2200	2840	4000	12700	22500	28000	39200

* 1 MWh = 3,6 GJ
** Consumatori casnici:
Domestic consumers: 650 lei/MWh (180·55 lei/GJ)

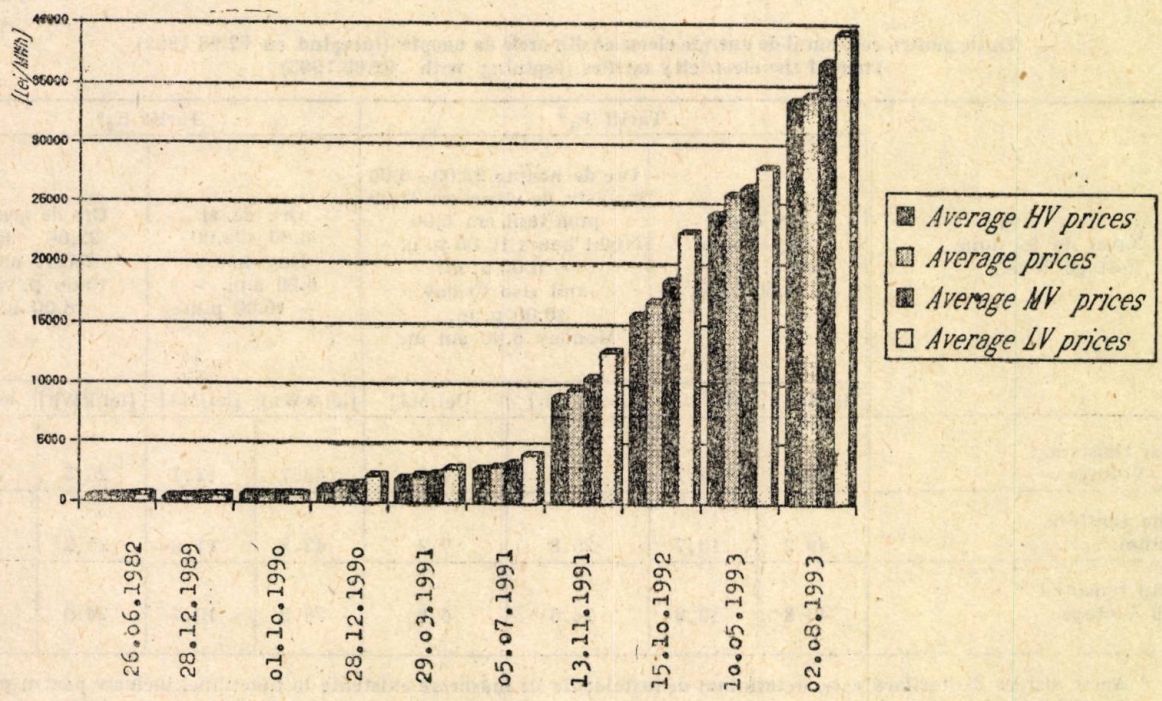


Fig. 1. Evoluţia preţurilor medii de livrare a energiei electrice în România în perioada 1982 —1993.
The evolution of electricity average prices during 1982 — 1993 in Romania.

trată de contor cînd factorul de putere este mai mic de 0,92 şi cantitatea aferentă valorii optime a factorului de putere de 0,92.

Evoluţia preţurilor medii de livrare a energiei electrice în România în perioada 1982 — 1993 este prezentată în tabelul 4 şi figura 1.

Pentru consumatorii casnici preţul energiei electrice a fost subvenţionat în ultima perioadă; în tabelul 5 şi figura 1 se prezintă evoluţia preţului pentru aceşti consumatori în perioada 1982—1993.

Taking into account the fact that for the domestic consumers the electricity price was subsidized in the last period, table 5 and figure 2 show the evolution of the price for these consumers during 1982 — 1993 in Romania.

3.3. Tariffs for the Thermal Power (see table 6)

— Regarding hot water — the tariff is to be charged for the consumed energy (Gcal or GJ).

Tabelul 5
Table 5

Evoluţia preţului energiei electrice pentru consumatorii casnici în perioada 1982—1993 în România
Electricity prices for domestic consumption during 1982—1993 in Romania

Begining with	1.08.1979 Decree 283/ 31.07.1979	1.07.1982 Decree 240/ 29.06.1982	1.02.1987 Decree 27/ 6.02.1987	11.11.1987 Decree 272/ 10.11.1987	12.10.1988 Decree 310/ 12.10.1988	1.01.1990 Decree 3/ 28.12.1989	1.05.1992 Decree 221/ 30.04.1992	1.09.1992 Decree 498/ 28.08.1992	1.05.1993 Decree 179/ 24.04.1993
Preţ energie : Electricity prices :									
— lei/kWh	0.55—0.90	0.65—1.00	0.65—2.50	0.65—2.00	0.65—3.50	0.65*	3.70*	6.00*	28
— lei/MJ	0.15—0.25	0.18—0.28	0.18—0.69	0.18—0.83	0.18—0.69	0.18*	1.03*	1.67*	7.77

* Diferenţa fiind subvenţionată de la buget în perioada 28.12 1990 — 1.05.1993.
The difference beeing subsidized between 28.12.1990 — 1.05.1993.

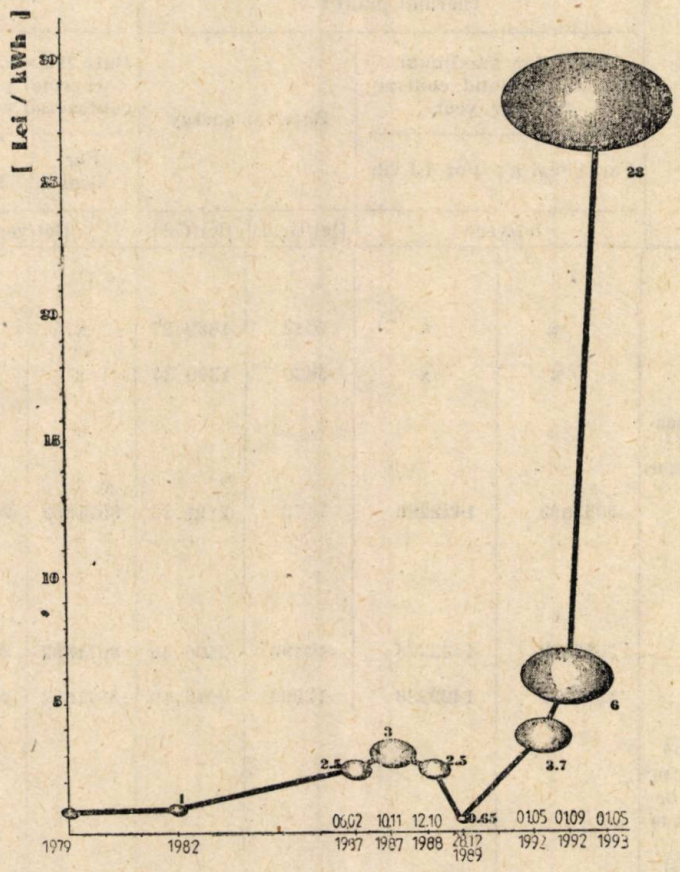


Fig. 2. Evoluţia preţului maxim de livrare a energiei electrice pentru consumatorii casnici în perioada 1982 — 1993.
The evolution of maximum electricity prices for fomestic consumers dzring 1982 — 1993 in Romania.

3.3. Tarife pentru energia termică (vezi tabelul 6)

— *Pentru apa fierbinte* — tariful ia în considerare numai preţul pentru energia consumată (Gcal sau GJ).

— *Pentru abur* se aplică următoarele tarife :

• pentru aburul livrat la presiuni pînă la 19 ata (inclusiv) tariful are o componentă pentru puterea termică maximă anuală contrac-

— The following tariffs are to be charged for the steam :

• steam delivered under pressure up to 19 ata (included) with a component for the maximum thermal power contracted for a Gcal/h and a component for the delivered thermal power ;

• steam delivered under pressure of over 19 ata from the turbine steam tap or directly

Tabelul 6
Table 6

Preţuri cu ridicata pentru energia termică livrată de RENEL (începînd cu 02.08.1993)
Retail prices thermal energy delivered by RENEL (begining with 02.08.1993)

Energia termică pe niveluri de presiune	Consumatori şi revînzători racordaţi la ieşirea din centrala electrică de termoficare sau din centrala termică				Consumatori şi revînzători racordaţi la reţelele de transport			
	Preţ pentru puterea termică maximă anuală contractată [lei/an]		Preţ pentru energie		Preţ pentru puterea termică maximă anuală contractată [lei/an]		Preţ pentru energie	
	Pentru 1 Gcal/h	Pentru 1 GJ/h	[lei/Gcal]	[lei/GJ]	Pentru 1 Gcal/h	Pentru 1 GJ/h	[lei/Gcal]	[lei/GJ]
Thermal energy on pressure levels	Consumers and resellers conected to the output of the cogeneration plant or thermal plant *				Consumers and resellers conected at the transport networks*)			
	Rate for maximum thermal demand contracted per year		Rate for energy		Rate for maximum thermal power contracted per year		Rate for energy	
	For 1Fcal/h	For 1J/Gh			For 1 Gcal/h	For 1 GJ/h		
	lei/year		[lei/Gcal]	[lei/GJ]	[lei/year]		[lei/Gcal]	[lei/GJ]
1. Apă fierbinte Hot water								
— agenţi economici industrial consumers	x	x	7042	1682.27	x	x	7865	1878.88
— populaţie domestic consumers	x	x	5820	1390.34	x	x	6500	1552.79
2. Abur în funcţie de presiunea la ieşirea din centrală, în ata : Steam, function of the output pressure of the plant (ata)								
2.1. Presiuni pînă la 19 ata Pressures up to 19 ata inclusive	5953692	1422286	9173	2191.35	8571852	2047743	9682	2312.95
2.2. Presiuni peste 19 ata Pressures greater then 19 ata :								
2.2.1. din prizele turbinelor from turbines	5953692	1422286	10492	2506.45	8571852	2047743	11093	2650.00
2.2.2. din cazane from boilers	5953692	1422286	12203	2915.19	8571852	2047743	12707	3035.59
3. Condensat nereturnat şi apă demineralizată livrată : 1210 lei/m^3 Unreturned condensed and demineralised water 1210 lei/cubic m.								
4. Apă fierbinte nereturnată şi apă dedurizată livrată : 565 lei/m^3. Unreturned hot water and demineralised water 565 lei/cubic m.								

* Taxa de dezvoltare conclusă în preţ : 300 lei/Gcal (71,66 lei/GJ)
The development levy is included in the price of heat (300 lei/Gcal = 71.66 lei/GJ)

tată şi o componentă pentru energia termică livrată ;

• pentru aburul livrat la presiuni mai mari de 19 ata din prizele turbinelor sau din cazane componenta pentru puterea termică maximă anuală contractată este aceeaşi, iar componenta

from the boiler, has the same delivery price components ; the components values differ for the actually delivered energy price component according to the kind of delivery i. e. steam taps or directly from the boiler.

pentru energia livrată diferă în funcţie de modul de livrare (din prizele turbinelor sau direct din cazan).

Evoluţia preţurilor medii de livrare a energiei termice din centralele RENEL în perioada 1982 — 1993 este prezentată în tabelul 7. Ca şi în cazul energiei electrice, energia termică livrată consumatorilor casnici a fost subvenţionată începînd cu anul 1990, pînă la 1 mai 1993 (vezi tabelul 8).

The evolution of the thermal energy average prices during 1982 — 1993 in Romania from RENEL's plants is shown in table 7. As for the electric energy, the thermal energy delivered for the domestic consumers is subsidized begining with 1990 up to the 1st of May 1993 (see table 8).

Tabelul 7

Table 7

Evoluţia preţului mediu pentru energie termică livrată din centralele RENEL în perioada 1982—1993 în România
Thermal energy average prices during 1982—1993 in Romania from RENEL'S plants

Decree/Date	Decree 232/ 26.06.1982	Decree 105/ 1.10.1990	Decree 1355/ 28.12.1990	Decree 239/ 29.03.1991	Decree 464/ 05.07.1991	Decree 776/ 13.11.1991	Decree 412/ 15.10.1992	Decree 412/ 10.05.1993	Decree 206/ .08.1993
Preţ mediu Average prices — lei/Gcal	160	220	468.2	548	750	2350	4500	7500	9075
— lei/GJ	38.22	52.55	111.85	130.91	179.17	561.4	1075	1791.7	2167.9

Tabelul 8
Table 8

Evoluţia preţului pentru energia termică livrată populaţiei din centralele RENEL în perioada 1982—1993
Thermal energy prices for domestic consumers during 1982—1983 in Romania

Începînd cu : Begining with :	1.07.1982 Decree 240/ 29.06.1982	1.01.1990 Decret 56 7.02.1990	1.05.1992 Decree 221 30.04.1992	1.09.1992 Decree 498/ 28.08.1992	1.05.1993 Decree 179/ 24.04.1993
Tarif energie termică Thermal energy prices [lei/Gcal]	220 RENEL 345 Alţi producători Other producers	220*	875*	1000*	9000
[lei/GJ]	52,55 RENEL 82,42 Alţi producători Other producers	52,55*	209,03*	238,89*	2150,02

* Diferenţa fiind subvenţionată de la buget în perioada 28.12.1990 — 1.05.1993
The difference beeing subsidized between 28.12.1990 — 1.05.1993

4. Tendinţe actuale pentru îmbunătăţirea sistemului de tarifare

Pînă în prezent proiectarea tarifelor pentru energia electrică a avut la bază conceptul de cost total mediu.

Acest concept include costurile de funcţionare, întreţinere şi administrare, dar şi costurile cu capital aferente furnizorului pe o anumită perioadă de timp.

4. Actual trends for improving the tariff system

Up to now, the tariffs designing for electric power relied on the average total cost concept.

This concept needs to include the operating, maintenance and managing costs as well as the costs with capital inherent to the supplier for a certain period. This concepts can be as the supplier's budget restriction, namely, in-

Modul strategic de proiectare a tarifelor, spre deosebire de cel tradiţional, ţine cont de prognoza pieţei resurselor energetice, elasticitatea preţurilor, principii etice şi anumite obiective ce trebuie atinse. Necesitatea unei astfel de abordări a problemei tarifare a fost percepută atît la nivelul furnizorului, cît şi la nivelul consumatorului.

Realizarea unui sistem de tarifare care să răspundă deziderateior enumerate presupune, pe lîngă efortul de proiectare a tarifelor, pregătirea condiţiilor tehnice, organizatorice şi legislative necesare implementării şi punerii în practică a sistemului. În acest sens, considerăm necesară realizarea următoarelor acţiuni :

— Evidenţierea şi calcularea clară a tuturor costurilor implicate în activităţile RENEL pentru producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice şi termice, cît şi pentru activităţile conexe care contribuie la desfăşurarea activităţilor de bază.

— Distribuirea costurilor acestor activităţi pe categoriile de consumatori de la care urmează să se recupereze aceste costuri, stabilindu-se în acest fel preţuri medii de vînzare pentru fiecare categorie de consumatori.

— Cercetarea atentă şi profesională a pieţii consumatorilor de energie electrică şi termică şi a beneficiarilor serviciilor asigurate de RENEL.

— Proiectarea şi instituirea sistemului de tarifare atît în ceea ce priveşte determinarea categoriilor şi nivelurilor de taxe şi preţuri, cît şi în ceea ce priveşte ansamblul de reguli şi instrucţiuni privind modul de calcul al sumelor datorate de un consumator în funcţie de caracteristicile furniturii.

— Asigurarea cadrului juridic şi normativ capabil să se constituie în bază pentru încheierea contractelor dintre RENEL şi clienţii săi şi definirea precisă a mecanismului de dialog între RENEL şi autoritatea publică pentru aprobarea sistemelor tarifare.

— Asigurarea unei politici de dotare cu aparate de măsură pentru energia electrică activă şi reactivă, pentru energia termică livrată sub toate formele (apă caldă, abur), precum şi pentru măsurarea unor parametri de calitate ai energiei electrice şi termice livrate, pentru situaţiile cînd acestea sînt cerute de consumatori sau cînd furnizorul le consideră necesare pentru protecţia propriilor lui instalaţii.

— Asigurarea unui sistem de verificare metrologică şi de întreţinere a aparatelor de măsură, dotat corespunzător complexităţii aparatelor de măsură folosite şi cerinţelor impuse de politica tarifară a RENEL.

— Asigurarea unui sistem de instruire permanentă a personalului angajat în activităţile de furnizare a energiei electrice şi termice şi în activităţile de relaţii cu consumatorii.

— Conceperea şi instituirea în practica filialelor şi direcţiilor RENEL a unui sistem de con-

comes got out of all sellings should be enough to cover the total costs on the considered period.

The strategic way to design tariffs, different from the traditional one, takes into account the power resources market prognosis, the prices flexibility, ethic principles, certain targets. The necessity of such an approach was perceived by both supplier and consumer.

To introduce such tariffs which must answer to the above mentioned requirements, beside the tariffs design effort, the preparation of technical, organizational and legal conditions to implement the system is supposed to be taken into consideration With this end in view, we consider-that the following actions are to be undertaken :

— To determine and calculate all costs involved in RENEL's activities in order to generate, transport and distribute electricity and heat and for other activities contributing to the basic activities development.

— To distribute the costs by categories of customers from which the costs must be recovered establishing in this way average sale prices for every category of customer.

— To professionale and carefule investigate the electricity and heat customer market.

— To design tariff systems in order to determine the evaluation of the consumers categories and the level of prices and taxes and as well as the rules to calculate the debts of energy customer in accordance with the delivered energy.

— To ensure the legal and normative framework for RENEL's contracts with its customers and to define the mechanism of dialing between RENEL and the public autority in order to approve the tariffing system.

— To ensure the endowement policy with metering equipment for the active and reactive electric power, for the thermal energy (hot water, steam) and also for measuring the quality characteristics of delivered electricity and heat.

— To ensure the checking and maintainance of metering equipments, according to the complexity of meters and to RENEL's tariffs policy·

— To secure a permanent training system for all personnel involved in the distribution of electricity and heat and in public relations activities.

— To conceive a permanent control system for the fairness and efficiency of RENEL's tariffs system in all RENEL's branches.

— To set up training programmes for RENEL's personnel involved in distribution activities.

RENEL would also examine the opportunity of introducing new elements in its tariffing system, as follows :

— ,,time-of-use'' rates ;
— rates according to the days of the week ;
— seasonal rates ;
— night rates ;

trol sistematic şi permanent al corectitudinii şi eficienţei sistemului de tarifare practicat de RENEL.

— Realizarea unor tematici şi programe privind instruirea personalului RENEL implicat în activităţile de furnizare.

Se va examina, de asemenea, oportunitatea introducerii în sistemul tarifar a unor elemente noi, ca, de exemplu :

— tarife „durată de utilizare" ;

— tarife diferenţiate după zilele săptămînii ;

— tarife sezoniere ;

— tarife speciale pe durata nopţii ;

— tarife pentru furnizări cu întreruperi ;

— tarife binome pentru consumatorii casnici.

Introducerea unor astfel de tarife are drept scop dezvoltarea sistemului tarifar în vederea transferării deciziei de încadrare într-un anumit tarif de la furnizor la consumator.

— Stabilirea de tarife diferenţiate pentru energia termică livrată din centralele termice aparţinînd RENEL, în funcţie de costurile specifice de livrare.

Se poate concluziona că sistemul actual de tarifare practicat de RENEL este corespunzător sub aspectul recuperării cheltuielilor constante şi a celor variabile ocazionate de producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice şi termice. El poate fi îmbunătăţit, dar aceasta presupune un important efort tehnic şi financiar legat de dotarea cu echipamente de măsură corespunzătoare, cu efecte benefice atît pentru consumator, cît şi pentru furnizor.

— interruptible rates ;

— binomial rates (demand-energy) for residential sector.

By introducing such tariffs we aim at the developing of a tariff system in order to transfer the decision of choosing a certain tariff, from the supplier to the consumer.

It is also necessary to establish different tariffs for thermal energy delivered by RENEL's thermal plants taking into account the real delivery costs.

In conclusion, we may assume that the RENEL's tariffing system force now is suitable to cover the constant and fluctuating expenses related to generation, transmision and distribution of electricity and heat. This system can be improved with an important technical and financial effort related especially to the endowment with proper meters, for the benefit of the customer and the supplier as well.

REFERENCES

[1] * * * *Electric Power Generation*, Transport and Distribution in România, RENEL, Bucureşti, februarie 1993.

[2] COSTIN, E. ş.a. *RENEL Outlook Concerning the Elaboration of Electric Power Tariffing System in the Future*, Seminarul CEE —ONU privind tarifele la energia electrică în economiile în tranziţie, Curtea de Argeş, 19 —21 mai 1992.

3] MANEA, D. *Aspecte privind strateg ia tarifării energiei electrice şi termice*, Masa rotundă : „Strategia energetică pe termen scurt. Posibilităţi de ameliorare a situaţiei din energetica românească", ISPE, Bucureşti, 6 aprilie 1993.

[* * * Electric Power Tariffs in Economies in Transition : Status, Reforms, Issues for Cooperation, UNIPEDE Tariffs Conference, Lausanne, Elveţia, 9 —11 septembrie 1992.

(Trimit la 26 aprilie 1993, acceptat la 7 septembrie 1993)

Aspecte actuale în activitatea de planificare a rețelelor electrice

Ing. AMVROSIE ITOAFĂ
Ing. MIHAELA DINCĂ PANAITESCU
Dr. ing. ANA MARIE PETRESCU
Ing. FLORENTINA MIHĂILESCU
Ing. RODICA BLAHOIANU*

În articol se prezintă principalele preocupări care stau în prezent la baza activității de planificare a rețelelor electrice din România, cum ar fi :

— modul de organizare a studiilor de planificare a rețelelor electrice de transport, repartiție și distribuție de medie tensiune a energiei electrice;

— preocupări privind posibilitățile de alimentare a rețelelor electrice de transport cu tensiunea de 220 kV, avînd ca scop în final ajungerea la treptele de tensiune 400/110/20 kV, tendință înregistrată și în alte țări dezvoltate din vestul Europei;

— corelarea strînsă dintre rețelele de transport și repartiție în procesul de planificare, pentru rețelele de distribuție de medie tensiune putîndu-se aplica procedeul de separare folosit pînă în prezent.

The article presents the main concerns on which the planning activity of the Romanian electric networks relies, such as :

— the organization manner of the planning studies for the medium voltage electric networks necessary for the electric energy transmission and distribution ;

— concerns on the possibilities to supply the transmission electric networks by 220 kV voltage, finally aiming at reaching the voltage steps 400/110/20 kV which is generally a trend for other developed contries, too;

— the close correlation between the transmission and distribution networks in the planning process ; for the medium voltage distribution networks, the separation method can be used, as it has been until present.

Descriptori: planificare, rețele electrice

Planificarea rețelelor electrice este o activitate permanentă și de mare complexitate, depinzînd de dezvoltarea pe ansamblul țării și de amplasarea în teritoriu, atît a centralelor electrice, cît și a consumului de putere și energie electrică și implicit a structurii acestora.

Rolul rețelelor electrice este deosebit de important în cadrul sistemului energetic, existența acestora permițînd reducerea puterii instalate în centrale electrice de pînă la cinci ori pentru același consum de energie electrică. Cu toate acestea, investițiile aferente rețelelor electrice nu depășesc 40% din totalul investițiilor din SEN. La consumuri de putere și energie electrică amplasate în zone cu centrale electrice, deci prin echilibrarea zonelor, investițiile în rețele electrice se reduc la circa 20% din totalul investițiilor în SEN.

Activitatea de planificare a rețelelor electrice trebuie realizată în permanență, procesul de optimizare realizîndu-se prin iterații succesive, pentru un orizont de minimum 15 — 20 ani. Aceasta în condițiile în care durata normată de viață a acestor instalații este de 30 de

* Institutul de Studii și Proiectări Energetice — ISPE, București

ani pentru staţii şi 50—60 de ani pentru linii electrice aeriene.

Studiile pe ansamblul SEN trebuie făcute la intervale de 1 — 2 ani, indiferent de ritmul de creştere a consumului de putere şi energie electrică, o componentă deosebit de importantă fiind şi activitatea continuă de modernizare a reţelelor electrice. În afara acestor studii, trebuie realizate studii de selectare a unor interconexiuni internaţionale rentabile, studii de racordare la sistem a centralelor electrice noi, cît şi studii de optimizare zonală, în special a reţelelor de repartiţie. Nu trebuie uitate nici studiile ajutătoare, cu caracter de directivă ca, de exemplu : studii necesare pentru stabilirea criteriilor de dimensionare şi verificare a reţelelor electrice; studii pentru stabilirea secţiunii optime pe fază a liniilor electrice aeriene etc.

Studiile au un anumit specific după rolul în sistem al reţelelor electrice şi după gradul de interacţiune dintre aceste reţele.

După rolul ce îl au în cadrul SEN, reţelele electrice se împart în :

— reţele electrice de foarte înaltă tensiune de transport intern şi interconexiuni internaţionale;

— reţele electrice de înaltă tensiune de repartiţie; şi

— reţele de distribuţie de medie şi joasă tensiune.

O problemă deosebit de importantă este stabilirea nivelurilor optime de tensiune ale acestor reţele. Din studiile realizate atît în ţara noastră, cît şi în alte ţări, între reţelele electrice de transport şi reţelele de repartiţie raportul între nivelurile de tensiune este de minimum 3, iar între reţelele de repartiţie şi cele de distribuţie de medie tensiune de 5. În aceste condiţii, în ţara noastră în baza studiilor întocmite în acest scop s-a adoptat scara de tensiune 400 kV/110 kV/20 kV, ca şi în majoritatea celorlalte ţări europene.

Ca urmare a dezvoltării SEN, în diverse etape au apărut reţele cu alte tensiuni, majoritatea dintre acestea avînd iniţial rolul de transport, şi anume reţele de 6 kV, 10 kV, 15 kV, 25 kV, 35 kV şi 60 kV. Treptat, prin modernizare, prin trecere la scara de tensiuni adoptată de 20 şi 110 kV sau prin refolosirea de culoar, în marea lor majoritate aceste reţele s-au desfiinţat.

În etapa de dezvoltare a SEN între anii 1950 — 1960, cînd pentru transport a fost adoptată tensiunea de 110 kV, aceste reţele s-au dezvoltat foarte mult în toate zonele ţării şi prin interconectarea acestora în 1960 s-a realizat sistemul unic naţional la această tensiune. Dacă la începutul perioadei în majoritate aceste linii erau cu simplu circuit şi de secţiuni mai mici (150 mm² OLAL/fază), spre sfîrşitul perioadei s-au construit în majoritate linii cu dublu circuit şi de secţiuni mai mari (185 mm² OLAL/fază şi 240 mm² OLAL/fază).

În perioada 1960 — 1970 s-a trecut la o nouă tensiune de transport de 220 kV. Liniile construite la începutul perioadei au fost cu simplu circuit şi de 400 mm² OLAL/fază. Începînd cu 1963 s-au construit şi linii cu dublu circuit, secţiunea conductoarelor crescînd la 450 mm² OLAL/fază.

Reţelele cu tensiunea de 220 kV s-au adoptat din raţiuni economice şi din lipsă de echipamente pentru 400 kV. În acea perioadă se discuta intens realizarea în Europa a unei suprareţele de transport, ţările din vest optînd pentru 1100 — 1200 kV, iar ţările din est (în special fosta URSS) pentru 750 kV. În condiţiile realizării pentru transport interzonal a unei reţele de 750 kV (conform prevederilor din fostul CAER), pentru transport zonal tensiunea de 220 kV era optimă, reţeaua de distribuţie de medie tensiune rămînînd la 20 kV. Din raţiuni economice rezultate şi din perfecţionarea echipamentelor pentru 400 kV, în ţările din vest s-a prevăzut ca suficientă pînă la sfîrşitul secolului, tensiunea de 400 kV pentru reţeaua de transport.

Din aceste considerente, cît şi din analize realizate pe situaţia concretă din ţara noastră, s-a ajuns la concluzia că viitoarea reţea de transport va fi de 400 kV. Cum preţul unor linii de 220 kV cu dublu circuit era echivalent cu cel al liniilor de 400 kV s. c., s-a adoptat soluţia cu LEA 400 kV s. c. exploatată la 220 kV. De asemenea, s-au construit staţii de 220 kV cu gabarit de 400 kV.

Din jurul anului 1968 şi pînă în prezent, s-a realizat o nouă reţea de transport de 400 kV. Această reţea s-a dovedit suficientă pentru ţara noastră, chiar în condiţiile realizării în viitor a unor centrale electrice de mare putere, 2 000 — 3 000 MW, rezultînd în anumite zone ale SEN excedente de pînă la circa 5000 MW şi în altele, deficite de 1500 — 3000 MW.

Din analizele efectuate s-a dovedit că secţiunea 2 × 450 mm² OLAL/fază sau mai recent pentru încadrarea în costuri echivalente 3 × 300 mm² OLAL/fază conduce la o capacitate de transport limitată la maximum 1300 MVA, în timp ce în alte ţări această limită este de 1800 — 2000 MVA. În urma studiilor efectuate pentru perspectivă a apărut oportună realizarea liniilor de 400 kV cu 3 × 450 mm² OLAL/fază.

Viitorul reţelei de 220 kV

Pînă în prezent s-au construit în ţara noastră circa 3620 km de 220 kV, din care 1520 km (42%) cu dublu circuit şi 2100 km, (58%) cu simplu circuit. Mai sînt circa 860 km de linii de 400 kV ce funcţionează în prezent la 220

kV. Aceste linii au funcţiunea de transport în majoritatea zonelor unde nu s-au realizat reţele de 400 kV. Sînt şi zone unde aceste reţele au rolul de repartiţie şi/sau de siguranţă (exemplu în Dobrogea, sudul Moldovei etc.).

Circa 7 725 MW din centrale electrice sînt debitaţi la bare de 220 kV, din care 2 635 MW în CHE. Din aceste considerente, renunţarea într-un termen cît mai scurt la reţelele cu tensiunea de 220 kV nu se justifică tehnico-economic.

Sînt doi factori determinanţi în satisfacerea acestei dorinţe : creşterea consumului şi implicit a sarcinii de transport şi realizarea duratei de viaţă a instalaţiilor respective. În condiţiile actuale elementul determinant poate fi numai necesitatea de modernizare, ca urmare a îndeplinirii perioadei normate de serviciu a instalaţiilor respective şi a grupurilor din centralele electrice.

Este foarte important de stabilit prin studii de eficienţă viitorul fiecărei instalaţii de 220 kV existente în cadrul SEN. Această acţiune trebuie insistent urmărită întrucît după anul 1993 încep să-şi realizeze durata normată de serviciu şi deci ar trebui retehnologizate.

Din studiile realizate pînă acum au rezultat următoarele posibilităţi de modernizare a reţelelor cu tensiunea de 220 kV :

— trecerea la 400 kV a liniilor de 220 kV cu dublu circuit ;

— preluarea culoarului pentru o viitoare arteră necesară de 400 kV ;

— încadrarea în reţeaua de 110 kV ca reţea de repartiţie, prin trecerea la această tensiune ;

— realizarea unor staţii 400/110 kV pe teritoriul actualelor staţii 220/110 kV, folosindu-se, acolo unde este absolut necesar, echipamentele cu SF_6.

Situaţia reţelei de 110 kV

Dacă studiile pentru reţelele de 220 kV şi 400 kV s-au tratat centralizat şi la un nivel corespunzător, dezvoltarea reţelei de 110 kV, din momentul în care a trecut din funcţia de transport în cea de repartiţie şi în unele cazuri de distribuţie, s-a realizat la nivel local, în cadrul fostelor IRE-uri şi în majoritatea cazurilor în mod necorespunzător.

Elementele mai semnificative care au concurat la această situaţie sînt următoarele :

— pămîntul fiind proprietatea statului nu au existat în toate cazurile restricţii prea severe în folosirea şi ocuparea acestuia cu diverse instalaţii ;

— normarea consumului tehnologic în reţele la limite sub cele normale şi condiţionarea retribuţiei personalului de realizarea acestui indicator ;

— legea investiţiilor permitea realizarea unor lucrări, pînă la un anumit plafon, fără a fi necesară aprobarea conducerii statului (care din motive de economii bloca majoritatea investiţiilor), iar lucrările din reţelele de 110 kV erau de regulă încadrate sub acest plafon ;

— realizarea unor lucrări de dezvoltare a reţelei de transport prin reţele de 110 kV în contul unor consumatori nou apăruţi ;

— calitatea redusă a echipamentelor ;

— lipsa unei concepţii unitare şi a unor principii de organizare a reţelelor de repartiţie de 110 kW, în planificarea acesteia aplicîndu-se, de regulă, principiile corespunzătoare reţelelor de distribuţie de medie tensiune.

Toate aceste deficienţe au dus în final la următoarele aspecte negative în dezvoltarea reţelelor electrice de transport şi repartiţie ale SEN :

— subdezvoltarea reţelei de transport şi limitarea capacităţii de transport a acesteia prin măsuri de economie la materiale şi echipamente, impuse de forurile superioare de stat (instalaţiile acestor reţele implicînd fonduri mari de investiţii erau avizate numai de aceste foruri) ;

— supradimensionarea reţelei de 110 kV prin :

- creşterea secţiunii pe fază a acestor linii la 240 mm^2OLAL/fază şi uneori 300 mm^2OLAL şi realizarea cu precădere a unor linii cu d. c. sau pentru d. c. ;
- îndesirea staţiilor 110 kV/MT şi supraechiparea acestora pentru situaţii de avarii ce depăşesc criteriul N—1, transformatoarele din aceste staţii la vîrful de consum din 1989 fiind încărcate cu circa 25% din sarcina economică ;
- prin limitarea la suprafaţa administrativă aferentă FRE-ului a studiilor de dezvoltare a reţelei de 110 kV, au apărut soluţii anormale în alimentarea unor centre mari consumatoare situate la periferia acestor zone ;

— lipsa unei concepţii clare de organizare, sistematizare şi modernizare a acestei reţele, în foarte multe cazuri reţelele de 110 kV fiind realizate pe trasee paralele cu cele de transport de 400 (220) kV.

Concluzii şi propuneri

Studiile de dezvoltare a reţelelor electrice de transport şi de repartiţie trebuie realizate centralizat (400 kV — 110 kV).

Studiile de dezvoltare a reţelelor de distribuţie se pot face descentralizat, la nivelul Filialelor de Reţele Electrice, dar ţinînd seama de concluziile studiilor de mai sus.

Scara optimă de tensiuni spre care trebuie să tindem este 400/110/20 kV.

Tensiunile intermediare trebuie practic să dispară în viitor, în particular și rețelele cu tensiunea de 220 kV. Întrucît creșterea consumului de putere și energie electrică, previzibilă azi, nu justifică această cerință, trebuie avut în vedere momentul în care aceste instalații au durata de viață normată îndeplinită. În toate țările acesta a fost argumentul principal și au fost cel puțin stopate ca dezvoltare.

Pentru rețelele electrice de transport de 400 kV este necesar să se revadă secțiunea optimă pe fază, corelat cu modul de refolosire a actualelor linii de 220 kV d. c. la 400 kV și cu posibilitatea de refolosire a culoarelor acestor linii în general (inclusiv liniile de 220 kV s. c.).

De asemenea, sînt necesare studii de fazabilitate privind realizarea unor stații 400/110 kV în amplasamentul actualelor stații 220/110 kV. Nu trebuie neglijată nici problema creșterii performanțelor la restul de echipamente, avînd în vedere creșterea în viitor a puterilor de scurtcircuit.

Pentru rețelele de repartiție de 110 kV trebuie făcute analize detaliate de încadrare a acestora într-o concepție de organizare unitară pe ansamblul SEN. Aceste studii trebuie realizate pe zone corespunzătoare DET-urilor, rețeaua de transport fiind considerată pe ansamblul SEN.

Pentru orașele mari, în care există stații de transformare din rețeaua de transport, pentru optimizarea rețelelor de repartiție de 110 kV, cît și a celor de distribuție este necesar să se realizeze studii speciale cu acest scop, într-un studiu de zonă fiind evident că nu pot fi analizate toate aspectele ce pot să apară.

BIBLIOGRAFIE

[1] Persoz, H., Lemoine, J. C., Sapet, P., Santucci, G. *La planification des réseaux électriques.* Eddition Eyrolles, Paris, 1984.

[2] Egleton, M. N., Van Geert, E., Kleining, Q. L., Mazzoni, M., Van Der Meijden. *Quelques aspects importants par rapport à l'interaction entre la planification des réseaux de transport et de distribution,* CIRED, septembrie 1991, M. N.

La elaborarea prezentului articol au fost folosite și următoarele lucrări prezentate la diverse manifestări științifice și nepublicate în volum. :

[1] Itoafă, A., Dincă Panaitescu, M., Moșteanu, V. : *Istoricul dezvoltării rețelelor electrice de transport pînă în 1956,* Conferința Națională de Energetică Neptun, 1992.

[2] Itoafă, A., Blahoianu, R., Dincă Panaitescu, M., Mihăilescu, Fl., Petrescu, A. M. *Probleme actuale în planificarea dezvoltării rețelelor electrice de transport.* Simpozionul Național al Rețelelor Electrice, Bacău, sept. 1992.

(Primit la 3 aprilie 1993, acceptat la 14 mai 1993)

Din energetica mondială

CESI ne informează:

Directiva Europeană privind compatibilitatea electroenergetică (Electro Magnetic Compatibility — EMC) a devenit parte din legislația italiană, publicată prin Decretul Lege nr. 476 din 4.12.92 care este deja în exercițiu. Decretul, ca și directiva, se aplică la un număr enorm de produse și definește procedura folosită pentru a evalua conformitatea unor astfel de produse, conformitate care este cerută pentru a răspunde cerințelor de piață ale Comunității Europene.

Au fost prevăzute două procedee :

— primul se aplică dacă produsele au fost proiectate în conformitate cu standardele europene ;

— al doilea se aplică la produsele pentru care nu există standarde puse de acord, sau la care sînt satisfăcute cerințele de protecție, chiar dacă fabricantul nu a aplicat toate sau o parte din standarde. În acest ultim caz, obiectul poate intra într-o piață numai în cazul în care fabricantul poate prezenta un certificat eliberat de un for competent din care rezultă că obiectul corespunde cerințelor.

Decretul specifică ce condiții trebuie să îndeplinească un astfel de for și pe lista organizațiilor autorizate este inclusă și CESI.

În acest fel CESI a devenit membru al EOTC* organizația EEC (Electrotechnical European Committee), care coordonează textilele și certificatele din acest domeniu.

Din : CESINEWS, aprilie, 1993

* EOTC=European Ordanization for Testing and Certification

Eliminarea/reducerea NO_x în gazele de ardere folosind procedeul "Selective Non Catalytic Reduction" - SNCR cu injecție de uree

Dr. ing IOANA IONEL
Dr. ing. CORNEL UNGUREANU*

În acțiunea de retehnologizare a cazanelor de abur un loc important se acordă problemei minimizării producției de noxe, între care se numără și oxizii de azot.

Lucrarea de față prezintă bazele teoretice ale procedeului SNCR cu injecție de uree, scoțîndu-se în evidență avantajele și limitele sale.

One of the important-problems in the action of retechnologising of the steam boilers is that of minimalising of the noxes production, among which nitrogen oxides are.

This work presents the theoretical bases of the SNCR procedure with uree injection, emphasizing its advanteges and limits.

Descriptori: noxe, gaze de ardere, procedee antipoluante

Introducere

SNCR reprezintă inițialele expresiei englezești „Selective Non Catalytic Reduction", adică reducere selectivă necatalitică a oxizilor de azot din gazele de ardere. Multă vreme drept agent reducător s-a folosit amoniacul. Recent s-a introdus și ureea [1, 2] care, în comparație cu amoniacul, prezintă unele avantaje referitoare la gradul de nocivitate, manevrabilitate și preț.

Procedeul SNCR se folosește de obicei atunci cînd cheltuielile pentru deNO_x-are nu trebuie să fie prea mari sau există pericolul unei otrăviri a catalizatorului dacă s-ar folosi procedeul SCR (Selective Catalytic Reduction). Condiția necesară este însă de a lucra la temperaturi ridicate, capabile să asigure furnizarea energiei termice pentru descompunerea și vaporizarea amestecului uree-apă, care se pulverizează în curentul gazelor de ardere. De aici decurge importanța alegerii corecte a locului în care se introduce reactantul, în concordanță cu construcția și componența generatorului de abur.

1. Proprietăți fizico-chimice ale ureei

Ureea, $(NH_2)_2CO$, este diamida acidului carbonic. Se obține industrial prin încălzirea bioxidului de carbon și a amoniacului la 130°C și 50 bar. Se prezintă sub formă de cristale incolore și este solubilă în apă.

Proprietățile fizice ale ureei sînt prezentate în tabelul 1.

Prin încălzire la peste 80 — 85°C ureea începe să se descompună termic în amoniac (NH_3) și acid izocianic (HNCO). Acest proces se desfășoară vehement la încălzirea rapidă a ureei (în cîteva secunde la 573 — 673 K).

Din motive de creștere a eficienței deNO_x-ării s-a impus folosirea soluției uree-apă oxigenată în diverse concentrații. În tabelul 2 sînt prezentate caracteristicile fizice ale soluției uree-apă oxigenată.

Începînd cu $t > 30$°C soluția $(NH_2)_2CO*H_2O_2$ se descompune în uree $(NH_2)_2CO$ și apă oxigenată H_2O_2. La peste 130°C începe procesul de piroliză a ureei cu formarea de amoniac și acid izocianic:

$$(NH_2)_2CO \rightarrow NH_3 + HNCO \qquad (1)$$

Apa oxigenată la $t > 400$°C se descompune la rîndul său formînd doi radicali OH, care joacă un rol foarte important în desfășurarea ulterioară a reacțiilor chimice.

2. Bazele teoretice ale procedeului SNCR cu uree

Substanța activă (amestec format din apă + uree + apă oxigenată în anumite proporții)

Tabelul 1

Proprietățile fizice ale ureei [2, 5]

Denumire	U. M.	Valoare
Punct de topire *	°C	133 — 135
Solubilitatea în apă la 25°C	%	54,792
Densitatea la 20°C a soluției uree-apă pentru concentrația masică de: 20% 30% 40%	$\frac{kg}{m^3}$	 1054 1082 1110
Viscozitatea la 20°C a soluției uree-apă pentru concentrația masică de: 20% 30% 40%	$CP\left(\frac{Ns}{m^2}\right)$	 1,097 $(1,097 \cdot 10^{-3})$ 1,216 $(1,216 \cdot 10^{-3})$ 1,387 $(1,387 \cdot 10^{-3})$
Capacitatea calorică masică a soluției uree-apă pentru concentrația masică de: 20% 30% 40%	$\frac{kJ(kcal)}{kg \cdot k}$	 3,6839 (0,8799) 3,4654 (0,8277) 3,2623 (0,7792)

* Stabilit indirect, deoarece înainte se produce descompunerea în HNCO și NH_3.

Tabelul 2

Proprietățile fizice ale soluției uree — apă oxigenată [2]

Denumire	Valoare
Punct de topire [°C]	80—90
Solubilitatea la 15°C [g/l]	450
Densitatea soluției uree-apă oxigenată pentru concentrația masică de 20% [kg/m³]	1060
Greutatea moleculară [g/mol]	104

este pulverizată foarte fin în gazele de ardere fierbinți, cu temperatura 1213 — 1243 K.

În urma schimbului de căldură are loc o vaporizare rapidă, însoțită de piroliza ureei și descompunerea apei oxigenate. Din cele peste 150 de reacții elementare pentru reducerea termică a monoxidului de azot (NO) cu amoniacul rezultat din piroliza ureei, în tabelul 3 sînt prezentate cele mai semnificative [3]. Dintre acestea, favorabil pentru deNO_x-area gazelor de ardere, este lanțul reacțiilor 1, 2, 8 și 24, pentru care trebuie realizate toate condițiile de desfășurare: interval de temperatură, concentrație, timp de staționare etc.

Din analiza acestui lanț de reacții se constată că în fond procesul de deNO_x-are se datorează radicalului NH_2, care reacționează cu NO și dă

Tabelul 3

Reacții elementare pentru reducerea termică a monoxidului de azot cu amoniac, respectiv uree [3]

1.	$H_2N-CO-NH_2+M \rightarrow NH_1CON+M$	endoterm
2.	$NH_1CON+M \rightarrow NH_3+HNCO+M$	endoterm
3.	$HNCO+M \rightarrow NH+CO+M$	
4.	$HNCO+H \rightarrow NH_2+CO$	
5.	$NH_3+M \rightarrow NH_2+H+M$	
6.	$NH_3+H \rightarrow NH_2+H_2$	
7.	$NH_3+O \rightarrow NH_2+OH$	
8.	$NH_3+OH \rightarrow NH_2+H_2O$	exoterm
9.	$NH_2+H \rightarrow NH+H_2$	
10.	$NH_2+HO_2 \rightarrow NH_3+O_2$	
11.	$NH_2+O \rightarrow NH+OH$	
12.	$NH_2+O \rightarrow NHO+H$	
13.	$NH_2+OH \rightarrow NH+H_2O$	
14.	$NH_2+O_2 \rightarrow HNO+OH$	
15.	$NH+O \rightarrow NO+H$	
16.	$NH+OH \rightarrow N+H_2O$	
17.	$NH+O_2 \rightarrow HNO+O$	
18.	$HNO+M \rightarrow H+NO+M$	
19.	$HNO+O \rightarrow NO+OH$	
20.	$HNO+OH \rightarrow NO+H_2O$	
21.	$HNO+NH_2 \rightarrow NO+NH_3$	
22.	$NH_2+NO \rightarrow N_2O+H_2$	
23.	$NH_2+NO \rightarrow NNH+OH$	
24.	$NH_2+NO \rightarrow N_2+H_2O$	exoterm
25.	$NH+NO \rightarrow N_2+OH$	
16.	$NH+NO \rightarrow N_2O+H$	
27.	$NNH+M \rightarrow N_2+H+M$	
28.	$NNH+O_2 \rightarrow N_2+HO_2$	
29.	$NNH+NO \rightarrow N_2+HNO$	

naștere azotului molecular și apei, deci unor produse nepoluante. Formarea radicalului NH_2 este posibilă atît prin combinarea amoniacului cu radicalul OH (rel. 8), cît și cu oxigenul atomic (rel. 7). Trebuie însă observat că, pe cîtă vreme reacția (8) se desfășoară la $t \geqslant 673$ K, deci atunci cînd se descompune apa oxigenată ($H_2O_2 \rightarrow 2OH$), reacția (7) începe abia la $t =$ $=(973 - 1073)$ K. Ca urmare, prezența în pro-

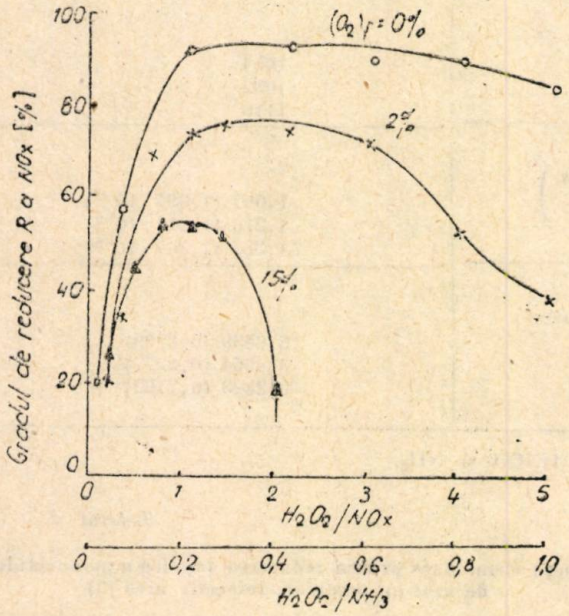


Fig. 1. Dependența gradului de reducere în funcție de raportul H_2O_2/NH_3 pentru diverse valori ale conținutului de oxigen în gazele de ardere uscate $(O_2)_f$.

porție corespunzătoare a apei oxigenate în substanța activă injectată are un rol benefic, contribuind la creșterea gradului de deNO_x-are.

Dacă însă oferta de radicali cu putere de oxidare (OH, O) este mare, cazul tipic al depășirii „fereastrei" de temperatură de (973 — 1073) K lanțul de reacții 1, 2, 8, 12, 13 și 18 conduce la formarea din nou a monoxidului de azot, fapt cu totul nedorit.

Influența conținutului de oxigen din gazele de ardere asupra gradului de reducere a NO_x-ului este foarte mare. Cercetările făcute de Hitachi [2], sintetizate în figura 1, arată că pentru o valoare constantă a raportului H_2O_2/NO_x, respectiv H_2O_2/NH_3, gradul de reducere (R) a NO_x-ului este cu atît mai mare cu cît conținutul de oxigen în gazele uscate este mai mic. Așa, de exemplu, pentru $(O_2)_f = 0$ rezultă $R_{max} =$ $= 94\%$, iar dacă $(O_2)_f = 15\%$ atunci $R_{max} =$ $= 55\%$. Explicația constă în faptul că la concentrații mari ale oxigenului în gazele de ardere, acesta reacționează cu amoniacul, respectiv cu radicalul NH_2 și astfel determină o reducere a gradului de deNO_x-are ca urmare a scăderii concentrației NH_2-ului în gazele de ardere, conform reacțiilor (11) și (12) (tab. 3).

Pentru $(O_2)_f = ct$, mărirea raportului H_2O_2/NO_x, respectiv H_2O_2/NH_3, determină la început o creștere rapidă a gradului de reducere R, pînă la atingerea unei valori maxime, după care R începe să scadă. Această scădere are o explicație logică. Dacă se introduce mai multă apă oxigenată decît este necesară pentru formarea radicalului NH_2 din NH_3, se ajunge la reacția radicalului OH cu NH_2 (rel. 13), determinînd scăderea conținutului de radicali NH_2 ce ar putea reacționa cu NO în vederea deNO_x-ării.

Se observă că valoarea R_{max} se plasează pentru rapoarte H_2O_2/NH_3 cu atît mai mici cu cît conținutul de $(O_2)_f$ este mai mare.

Teoretic ar trebui ca pentru fiecare mol de uree introdus să se obțină reducerea a 2 moli de NO. În realitate acest lucru nu se petrece din următoarele două motive :

a) imperfecțiunea procesului de pulverizare și amestecare a substanței active cu gazele de ardere face ca să nu se descompună întreaga cantitate de uree în NH_3, respectiv să nu rezulte cantitatea scontată de NH_2 ;

b) din cantitatea de NH_2 rezultată numai o parte reacționează cu NO și produce deNO_x-area, restul în condițiile unei oferte de radicali cu putere mare de oxidare, ca de exemplu OH sau O, poate să reacționeze cu aceștia și să formeze NH și în continuare NO, așa cum se înfățișează ramura stîngă a schemei din figura 2.

Încercările experimentale au fost făcute pe un cazan cu tub de flacără care a funcționat pe păcură. În gazele de ardere s-au injectat diverse soluții reducătoare, caracterizate prin

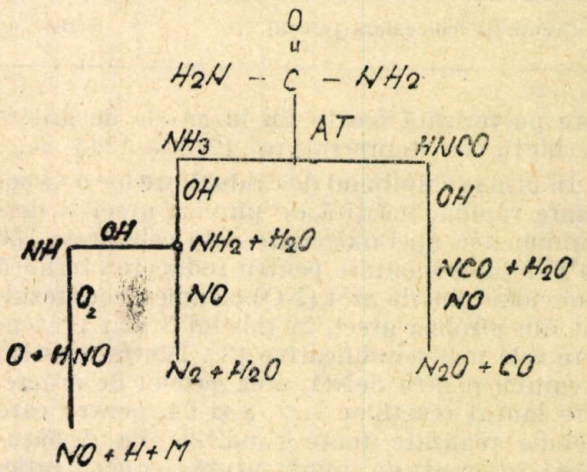


Fig. 2. Schema mecanismului de reacție pentru procedeul SNCR cu uree.

valori ale raportului α (apă oxigenată/uree) cuprins între 0 și 2. S-a constatat că limita de

450 mg/m³ de NO_2 în gazele de ardere cu $(O_2)_f$ = = 3% este atinsă pentru valori β (moli uree/ /moli NO) dependente de α. Din figura 3 rezultă că situaţia cea mai avantajoasă se obţine în cazul folosirii soluţiei active caracterizată prin α = 1.

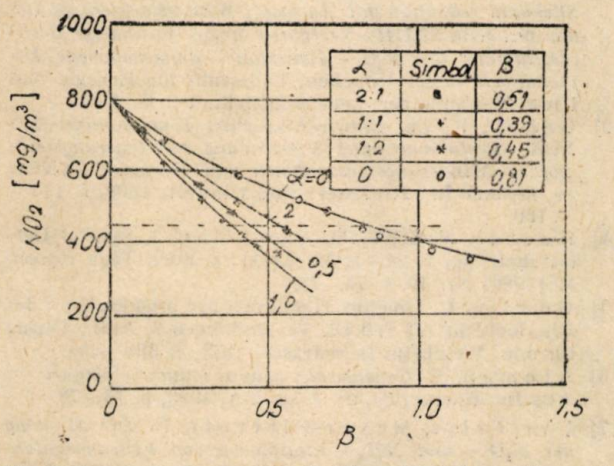


Fig. 3. Dependenţa concentraţiei dioxidului de azot în gazele de ardere cu $(O_2)_f = 3\%$ în funcţie de raportul β (moli uree/ moli NO) pentru diferite rapoarte α (moli H_2O_2/moli uree).

La utilizarea ureei drept substanţă activă în procedeul SNCR pentru deNO_x-area gazelor de ardere trebuie să se conteze pe emisii secundare, foarte periculoase pentru mediul ambiant : HNCO, N_2O şi CO.

Apariţia protoxidului de azot N_2O este posibilă mai ales prin lanţul de reacţii care constituie ramura din dreapta a schemei mecanismului de descompunere a ureei (vezi fig. 2). Emisia de N_2O creşte dacă raportul α are valori mari, deoarece astfel se măreşte concentraţia radicalilor OH în fum, făcînd posibile reacţiile :

$$HNCO + OH \rightarrow NCO + H_2O$$

$$NCO + NO \rightarrow N_2O + CO$$

Pentru instalaţii industriale (< 10 MW) s-au observat emisii de N_2O între 15 — 65 ppm [1], oricum mai reduse decît în instalaţii pilot de laborator, dar cu atît mai mari cu cît gradul de deNO_x-are este mai ridicat.

În ceea ce priveşte emisia de CO, teoretic pentru fiecare mol de uree introdusă ar trebui să se elibereze 1 mol de CO. În practică nu s-a constatat acest lucru deoarece, pe de o parte, nu toată cantitatea de uree introdusă în proces se descompune, iar, pe de altă parte, la temperaturi $T > 900$ [K] o cantitate apreciabilă de CO trece în CO_2. De altfel, în practică nu s-a constatat o creştere a emisiei de CO_2 deoarece valori de ± cîteva mg CO_2/m^3 gaze de ardere nu sînt sesizabile şi nu modifică conţinutul de CO_2 care se măsoară în %.

Dacă din dorinţa de a reduce la minimum concentraţia oxizilor de azot în gazele de ardere se fac dozaje suprastoichiometrice, atunci o parte din substanţa reducătoare nu va fi folosită şi părăseşte instalaţia sub formă de „scăpări" de amoniac provenit din descompunerea termică a ureei. Pe de altă parte, în prezenţa amoniacului şi a oxizilor de azot se formează săruri de amoniu. Acestea sînt iniţial sub formă de vapori, dar vor condensa pe suprafeţele mai reci formînd depuneri lipicioase. Ca urmare prin „scăpări" trebuie să se înţeleagă alături de amoniac şi sărurile solide pe bază de amoniu, care se formează şi se regăsesc sub formă de praf sau în cenuşă.

Aşa de exemplu, în prezenţa anhidridei sulfurice amoniacul reacţionează cu apa şi formează sulfitul hidrogenat de amoniu :

$$NH_3 + SO_3 + H_2O \rightarrow NH_4HSO_3$$

Acesta poate apoi reacţiona cu amoniacul şi formează sulfatul de amoniu :

$$NH_4HSO_4 + NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

La contactul cu acidul clorhidric din gazele de ardere, amoniacul reacţionează formînd clorura de amoniu :

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Ca urmare, avîndu-se în vedere nocivitatea sărurilor de amoniu, trebuie acordată multă atenţie în ceea ce priveşte utilizarea sau depozitarea cenuşii în care acestea se regăsesc.

În lucrarea [7] sînt prezentate procedeele pentru măsurarea „scăpărilor" de amoniac, cît şi a protoxidului de azot, care se găsesc în gazele de ardere supuse deNO_x-ării după procedeul SNCR.

Cîteva concluzii

Din cele de mai sus rezultă că procedeul SNCR cu injecţie de uree poate să realizeze un grad de deNO_x-are a gazelor de ardere suficient de bun, care să asigure respectarea normelor de protecţie a mediului înconjurător.

Referitor la emisia de noxe secundare (HNCO, N_2O, CO) procedeul SNCR cu uree este inferior celui cu injecţie de amoniac, dar prezintă avantaje în ceea ce priveşte manevrabilitatea, preţul şi nocivitatea substanţei active.

Gradul de deNO_x-are mai mic, obţinut la folosirea procedeelor SNCR în comparaţie cu procedeele SCR, este compensat de cheltuielile de investiţie, care sînt de circa patru pînă la şase ori mai mici [6], componenţa instalaţiilor fiind mult mai simplă, iar spaţiul necesar amplasării acestora mult mai redus.

Pentru numeroasele cazane de debit mic şi mijlociu, aflate în număr foarte mare în func-

țiune pentru producerea aburului tehnologic, procedeul SNCR este cel mai potrivit în conjunctura economică a României. Aplicarea în practică a procedeului SNCR suscită fonduri minime pentru cercetarea de dezvoltare, necesară fiecărui tip caz în parte, iar tehnologia și instalațiile necesare pot fi realizate fără dificultate cu forțe proprii, fără a fi necesar să se apeleze la import.

Dezvoltarea unui procedeu combinat de reducere a concentrației oxizilor de azot în gazele de ardere, folosind metode primare și tehnica SNCR cu uree a dat rezultate bune în străinătate [3]. Acest procedeu combinat poate fi aplicat cu reale șanse de reușită la cazanele energetice, cum ar fi de exemplu cel de 420 t/h din CET Giurgiu, care, în transformările ocazionate de trecerea de la funcționarea pe lignit la funcționarea pe huilă, a fost gîndit să realizeze și o minimizare a producției de NO_x prin măsurile primare luate.

Acest procedeu combinat, de minimizare a producției de NO_x, poate fi aplicat cazanelor de abur P 55 montate în CET Mintia, cazanelor de 1035 t/h din CTE Turceni și CTE Rovinari aflate în studiu pentru retehnologizare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Koebel, M., Elsener, M. *Entstickung von Abgasen nach dem SNCR—Verfahren: Amoniak oder Harnstoff als Reductions-mittel* ? I. : Chem. Ing. Techn 64 (1992), nr. 10, S 934—937.

[2] Nowacki, U. *Experimentelle untersuchungen zur Stickoxid reduktion mit Harnstoff-Wasserstoffperoxid Gemischen beim SNCR—Verfahren unter Besinderer Berücksichtigung der N_2O — Emission — anngenommene Diplomarbeit* T. U. München, Lehrstuhl für Energie und Umwelttechnik der Lebens-mittelindustrie, 1992.

[3] Gebel, K. ș.a. *Entwicklung eines Kombinations-DE-NOX—Verfahrens unter Verwendung von feuerungstechnischen Minderungsmassnahmen und Harnstoff—SNCR — Technik* În : Kraftwerk und Umwelt, 1989, s. 173—180.

[4] Koebel, M. BWK/TU/Umwelt Heft 3, Special Luftreinhaltung, E 24—E 32 (1991); s. auch Tech Rdsch, 82 (1990) Nr. 49, s. 74—79.

[5] Gmelin, L. Gmelins Handbuch der organischen Chemie, Kohlenstoff Teil Dl. Verbindungen 8, Aufl., Verlag Chemie, Weinheim/Bergstrasse, 1971, S 389—455.

[6] Ataman, E. *Considerații asupra reducerii poluării cu NO_x*. In : Energetica, nr. 2, seria A, 1993, p. 75—78.

[7] Ute Fritz, Meyer-Pittroff, R. *Die Messung der N_2O — und NH_3 — Emissionen von Feurungsanlangen mit SNCR-Enstickung—VDI* Berichte nr. 922, 1991, p. 545—554.

(Primit la 17 iunie 1993, acceptat la 17 august 1993)

STAREA NAȚIUNILOR

— ÎN LOC DE RECENZIE —

Ne-a sosit la redacție, prin bunăvoința Institutului de l'énergie des pays ayant en commun l'usage du fraçais, care are sediul în Canada la Quebec, o lucrare de o deosebită importanță și valoare pentru orice specialist interesat în problemele omenirii.

Lucrarea este un raport întocmit și redactat de Institutul pentru Resurse Mondiale (The World Resources Institute — l'Institut des Ressources Mondiales), în colaborare cu organizația Programului Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător (PNUE) și organizația Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD). Titlul lucrării este : **Ressources Mondiales 1992 — 1993**, avînd și un subtitlu incitant și în același timp expresiv : **Vers un developpement durable.**

Colectivul de consilieri și de consultanți ai acestui raport cuprinde personalități marcante, ca de exemplu : J. Allan Brewster (din SUA), dr. M. S. Swaminathan (din India), dr. Istvan Lang (din Ungaria) și mulți alți experți.

Această publicație (World Ressources — 92/93 — Ressources Mondiales — 92/93) este a cincea din seria de lucrări deja apărute și cuprinde rezultatele cooperării celor trei organizații sus-citate. Așa cum am menționat, raportul se concentrează pe aprofundarea conținutului conceptului de ,,sustainable development'' — ,,developpement durable'', tradus provizoriu cu termenul de ,,dezvoltare durabilă''; s-ar putea avea în vedere și folosirea unor adjective ca ,,sustenabilă'' sau ,,viabilă'', asupra unui termen definitiv trebuind să se pronunțe specialiștii.

Problema dezvoltării durabile a fost discutată pe larg la Conferința Națiunilor Unite asupra Mediului și Dezvoltării (CNUED) din 1992, iar raportul este în consens cu concluziile acesteia.

Raportul este împărțit în trei părți principale :

Prima parte se compune din patru capitole, care încearcă o fundamentare a dezvoltării durabile, analizîndu-se în acest scop principalele trei grupe de țări : cele foarte industrializate, cele foarte sărace și cele în curs de dezvoltare rapidă.

Partea a doua examinează în mod detaliat țările foste totalitare din Europa centrală și de est, regiune considerată ca fiind în plină și dificilă tranziție spre o economie de piață.

Partea a treia analizează și expune tendințele și probemele cheie pentru ca omenirea să facă față dezvoltării naturale și să evite catastrofele.

* * *

Din punctul de vedere al unei analize moderne, integrarea sistemelor de energie în conceptul mai larg al sistemelor mondiale, precum și studiul interrelațiilor subsistemelor componente (mediul ambiant, biosfera, poluarea de toate felurile etc.) sînt moduri de inferență absolut necesare. Nu întîmplător conferințele internaționale ale energeticienilor s-au concentrat pe problemele de conexiune dintre sistemul energetic și subsistemele lumii. Congresul al XIV-lea al Consiliului Mondial al Energiei (ținut la Montreal în septembrie 1989) a avut titulatura problemei ,,tridimensionale'' ,,Ecologie — Energie — Economie''. Al XV-lea congres al aceluiași forum (ținut la Madrid în septembrie 1992) s-a numit ,,Energia și viața''. Se mai pot da și alte exemple care demonstrează că specialiștii energeticieni nu mai pot analiza subsistemul energiei ca o unitate singulară, ci numai în contextul general al vieții în cel mai larg sens al termenului.

Este sigur că și în țara noastră gîndirea trebuie adaptată acestor idei nu de dragul ,,modei'', ci dintr-o necesitate a omenirii, care, azi, este pusă în situația de a opta fie pentru o supraviețuire ,,durabilă'', fie pentru dezastru ... Exprimarea nu este nici exagerată nici retorică. În condițiile actuale ale interrelațiilor umane, numai gîndirea corelativă, responsabilă, și acțiunile convergente pot salva ce mai poate fi salvat.

Prima întrebare ar fi : care sînt problemele deosebite ale vieții, în prezent, și care este impactul reciproc față de problemele energiei?

Viața și mediul sînt confruntate cu mai multe amenințări :

— degradarea solului, a apei și a resurselor marine și oceanice, care devine factor defavorizat al creșterii indispensabile a producției alimentare ;

— poluarea generală care a ajuns la dimensiuni periculoase pentru sănătatea oamenilor și a biosferei în general ;

— diminuarea stratului de ozon stratosferic, care are influențe majore asupra climatului mondial în ansamblu.

Pe de altă parte, omenirea trebuie să facă față unor probleme aparent insolubile ca, de exemplu : sărăcia persistentă și mizeria larg răspîndită — în pofida creșterii economice care în loc să le remedieze le accentuează prin creșterea disparităților.

În ultimele decenii, societățile umane au început să se preocupe de acele măsuri care să le ofere :

— o lume sigură din punctul de vedere al mediului ambiant ;

— o lume prosperă din punctul de vedere al stării economice, caracterizată printr-o pace continuă, o libertate și un trai bun, în continuă ameliorare.

Totuși, generațiile actuale trebuie să se concentreze în lupta pentru contracararea tendințelor care, conștient, dar mai ales inconștient, duc la înrăutățirea vieții. Iată un calcul simplu care ilustrează elocvent o tendință posibil defavorabilă în dezvoltarea omenirii :

Populația mondială s-a dublat din 1950 pînă azi și se presupune că se va putea dubla din nou în cursul secolului următor. În toate țările de pe glob, popoarele se luptă pentru îmbunătățirea nivelului de viață ; activitatea economică a crescut după 1950 în medie cu 3% anual. Dacă această creștere procentuală ar rămîne constantă în cursul deceniilor următoare, economia mondială ar fi de cinci ori mai bogată în cursul anului 2050 față de anul curent. O asemenea creștere a populației și a activităților economice poartă în fond riscurile creșterii periculoase a presiunilor asupra resurselor naturale și asupra sistemelor naturale, ca : agricultura, pescuitul, atmosfera globală, care și azi suferă de o degradare pronunțată.

Combustibilii fosili furnizează în prezent circa 95% din energia comercializată pe glob și utilizarea lor este în curs de creștere cu aproximativ 20% la fiecare 10 ani. Arderea acestora reprezintă cea mai importantă sursă de emisiuni de gaze care alterează climatul și care cauzează efectul de seră.

În cadrul programului PNUE s-a organizat împreună cu OMM (Organizația Meteorologică Mondială) o consfătuire între oameni de știință de mare valoare, care au ajuns la concluzia că este necesar să se reducă emisiunile de CO_2 cu 60%, pentru a se stabiliza concentrația acestui poluant la nivelul actual. Dacă utilizarea combustibililor fosili va continua să crească în același ritm ca pînă acum, conținutul de bioxid de carbon se va dubla pînă la mijlocul secolului următor, ceea ce va face ca riscul schimbărilor climatice semnificative să crească inadmisibil.

Așa cum arată exemplul de mai sus, extrapolarea tendințelor actuale ar conduce la un dezastru al omenirii și al mediului ambiant. De aici s-a ajuns ușor la o concluzie grăbită, precum că ,,dezvoltarea conduce la distrugerea lumii noastre''. În ultimii 20 de ani însă, mentalitatea specialiștilor a început să se schimbe. A început să se aibă în vedere o dezvoltare fără pericole ,,o dezvoltare durabilă'' (sustainable development). Organizația Națiunilor Unite a înființat o Comisie mondială pentru mediul ambiant și dezvoltare, pentru a face recomandări. S-a întocmit un raport cu titlul Our Common Future (Viitorul Nostru Comun), în care se propun măsuri care se referă la planeta întreagă, pentru un viitor de lungă durată. Conceptul de ,,dezvoltare durabilă'' a fost preluat și acceptat la ONU. Trecerea acestui concept la utilizarea practică și la aplicațiile programelor națiunilor întîmpină mari dificultăți și apare mult mai dificilă decît se credea, datorită situațiilor foarte diferite ale popoarelor și țărilor. Eforturi considerabile se fac pentru a se găsi un teren comun de acțiuni. ONU acționează cu perseverență pentru punerea în practică a ideilor.

În 1992, la Rio de Janeiro în Brazilia s-a deschis Conferința Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător și Dezvoltare–CNUED (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement). Cu această ocazie, conceptul de *dezvoltare durabilă* a fost foarte mult discutat pentru a i se da o definiție cît mai completă, sfera lui lărgindu-se treptat. În prezent, acest concept este legat de ideea de conservare a surselor în general și se definește ca un proces care necesită un program general și simultan într-un mare număr de domenii ca de exemplu : economic, uman, al mediului, tehnologic etc. Definiția generală are particularități specifice fiecărei națiuni în funcție de nivelul ei de dezvoltare și de nivelul de viață Din acest punct de vedere, o componentă importantă a definiției, recunoscută în toate variantele. este noțiunea de echitate. Sînt avute în vedere două tipuri de echitate : echitate pentru generațiile viitoare, ale căror interese nu sînt reprezentate în studiile și analizele actuale, și

echitate pentru popoarele care trăiesc în prezent și care nu au acces egal la resursele naturale sau la bunurile sociale și economice. Problema nu este rezolvată și nici rezolvabilă într-un termen scurt.

Pentru a se localiza conceptul modern de sistem și de dezvoltare a acestuia în mod „durabil", este util să se treacă în revistă situațiile din diferitele categorii de țări, să se studieze stadiul actual și tendințele economice și energetice ale acestora. Comparațiile sînt utile și pentru a elabora un punct de vedere pentru țara noastră, pentru a putea imagina un model util de dezvoltare proprie.

Amplul raport întocmit de Institutul Resurselor Mondiale împreună cu cele două Programe (PNUE și PNUD), împarte țările lumii în patru categorii :

— țări industriale,
— țări sărace,
— țări în curs de industrializare rapidă,
— țări din Europa Centrală și de Est.

Țările industriale sînt reprezentate în principal de cele 24 partenere componente ale OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). Această organizație a fost înființată în 1960, în scopul promovării unei creșteri economice stabile în țările membre, precum și pentru extinderea comerțului liber. Între altele, organizația colectează și disemineză informații privind probleme economice și cele ale mediului ambiant.

Țările membre sînt : Australia, Austria, Belgia, Canada, Danemarca, Finlanda, Franța, Germania, Grecia, Elveția, Islanda, Irlanda, Italia, Japonia, Luxemburgul, Olanda, Noua Zeelandă, Norvegia, Portugalia, Spania, Suedia, Turcia, Regatul Unit și Statele Unite ale Americii (ca membru asociat a făcut parte și fosta Yugoslavie). Ansamblul celor 24 țări formează o imensă concentrare de activități economice.

În 1989, aceste țări aveau un produs național brut (PNB) de 15 miliarde de dolari și un venit mediu anual pe locuitor de 17 500 dolari. În același an, cele mai importante puteri economice ale OECD consumau 43% din producția totală de combustibili fosili (Canada, Germania de Vest, Franța, Italia, Japonia, Regatul Unit și Statele Unite). Consumul mediu anual de energie pe locuitor a fost de circa 190 GJ/loc. cu variații între 282 GJ/loc. în SUA și 95 GJ/loc. în Franța.

Pînă la mijlocul secolului al XIX-lea, specia umană depindea în special de resursele de energie reînnoibilă : forța umană și a animalelor, completată cu lemnul de foc, vîntul și apele. În 1850, mai mult de 90% din energia SUA era furnizată de lemnul de foc. Spre sfîrșitul secolului, SUA număra circa 20 milioane de cai și catîri pentru muncile agricole. Explozia industrială din secolul trecut determinată în special de apariția mașinii cu aburi și a cazanelor, a marcat momentul trecerii de la utilizarea energiilor reînnoibile la energiile cuprinse în combustibilii fosili, mai întîi la utilizarea cărbunelui, apoi a petrolului și în final a gazelor naturale. În 1989, în aceste țări combustibilii fosili reprezentau 95% din energia comercială. Ca urmare, principalele zone urbane au devenit necorespunzătoare pentru viața de toate zilele, periculoase pentru sănătate. Și totuși, din 1950 pînă azi, consumul de combustibili fosili s-a împătrit.

Aceste țări și-au pus problema evidentă a necesității apariției unei variante de energie în locul combustibililor fosili. Pentru moment se consideră că această variantă conduce la dezvoltarea cercetărilor pentru energiile reînnoibile și pentru fisiunea nucleară. Pentru o asemenea tranziție se apreciază că vor fi necesari cel puțin 10—20 ani. În același timp, ca strategie eficace pentru reducerea emisiilor nocive apare chiar îmbunătățirea, respectiv creșterea randamentelor de producere, transport și de utilizare a energiei. Această strategie ar avea ca urmare o reducere simțitoare a poluării.

Ameliorarea randamentelor și creșterea eficienței folosirii energiei nu înseamnă neapărat și o reducere a consumului în general. De exemplu, în SUA, în intervalul de timp 1973—1988 s-au construit circa 20 milioane de locuințe noi, s-au pus în circulație peste 50 milioane de vehicule și s-a mărit PNB cu 40%. În același timp, consumul de energie nu a crescut decît cu 7%

Efectele favorabile ale acțiunii de stăpînire a consumului de energie au fost enorme. Echivalentul energiei economisite acumulate a fost de peste 1000 miliarde de dolari. După afirmațiile Departamentului de Stat pentru Energie din SUA, măsura care a stimulat cel mai mult aceste ameliorări a fost creșterea prețului energiei.

Măsurarea eficienței energetice globale se face în prezent folosind conceptul de *intensitate energetică*. Acest indicator se definește ca raportul între consumul de energie și pro-

ducția internă brută (PIB) pentru fiecare sector economic. După acest criteriu, de exemplu, consumul energetic al producției manufacturiere — fără a se ține cont de schimbările structurii (adică socotindu-se că structura producției din 1973 a rămas constantă)—s-a diminuat cu 33% în SUA, cu 37% în Japonia și în medie cu 29% în țările dezvoltate din Europa (cele șase), între 1973 și 1987. În aceste țări s-au realizat ameliorări de eficiență energetică atît în habitatul individual, prin îmbunătățirea izolației termice, cît și la echipamentele industriale.

Trebuie subliniat totuși că SUA este în continuare una din țările OECD cele mai puțin performante în materie de eficiență energetică. Mijloacele lor de transport, serviciile și construcțiile consumă cu 20—30% mai multă energie specifică, iar întreprinderile industriale cu 10—25% mai mult decît cea mai mare parte din țările industriale. Consumul mediu de combustibil la automobilele americane este în medie de 11 litri la 100 km, față de 9 l/100 km în Europa. Unul din motivele primordiale pentru această risipă a petrolului în SUA este prețul mediu extraordinar de scăzut în raport cu media mondială și în raport cu veniturile medii ale oamenilor. În 1990, în SUA prețul benzinei era de 30cenți/l în timp ce în Germania era de 50 cenți /l, iar în Italia de 1 dolar/l. Examinarea curbelor de randament la automobile a relevat faptul că cele mai puțin eficace sînt cele americane, iar cele mai eficiente sînt automobilele italiene. Cu alte cuvinte, prețul ridicat al carburanților influențează îmbunătățirea randamentelor. Curba de corelare între aceste mărimi este aproape o linie dreaptă.

Agenția pentru Protecția Mediului Înconjurător din SUA a estimat că opțiunea pentru introducerea iluminatului fluorescent în clădiri ar conduce la o reducere a consumului de energie electrică cu 10%, economisindu-se circa 19 miliarde de dolari pe an și, ceea ce este foarte important, o reducere a emisiunilor de CO_2 cu 4% pe an. Un alt studiu realizat de Institutul pentru Energia Electrică ajunge la concluzia că, folosind echipamentele energetice performante existente pe piață, utilizatorii ar putea economisi între 24 și 44% din consumul de energie electrică prevăzut pînă în anul 2000.

Sînt în curs cercetări pentru tehnologii performante chiar în domeniul producerii energiei.

Totuși, politicile energetice și cele de prețuri nu stimulează încă în suficientă măsură o creștere și mai rapidă a eficienței energetice și în special reducerea poluării și a emisiunilor de CO_2. Am văzut că în 1989, mai mult de 41% din consumul global de energie primară era consacrat producerii de energie electrică. Creșterea a fost foarte importantă dacă se analizează cifrele din 1970 de numai 28% și cele din 1950 de numai 16%. În SUA, tendința a fost aceeași. În 1989, energia electrică a consumat 45% din energia primară față de 14% în 1950. Din aceasta, practic 2/3 este produsă folosindu-se combustibilii fosili, care la rîndul lor sînt producători de poluare (cel puțin de CO_2). Deoarece energia electrică rămîne avantajoasă din punct de vedere tehnologic, această formă de energie va crește în continuare, și deci alternativa „energie curată" trebuie avută în vedere din ce în ce mai serios. Sursele de energie reînnoibile devin seducătoare. Din păcate, cele mai multe cer suprafețe mari de captare. Cercetătorii au arătat că acesta nu este un hadicap major. O analiză efectuată de World Resources Institute a arătat că în SUA, cel mai mare consumator mondial, ar fi necesară o suprafață de numai 0,4% din suprafața continentală, pentru a satisface toate necesitățile energetice prin folosirea celulelor fotovoltaice. Suprafețele folosite pentru cultură reprezintă 21%, iar cele necesare pentru creșterea animalelor 26%. Desigur că cea mai mare parte din captătorii solari ar putea fi montați pe acoperișurile clădirilor. Al doilea handicap încă foarte important este prețul.

La unele forme de energie reînnoibilă, realizările sînt mai concrete. California produce 1% din necesarul de energie prin turbinele eoliene și are intenția să ajungă la 10% în deceniul următor. Danemarca produce 1,5% din necesarul de energie prin centrale eoliene și se preconizează să se ajungă, de asemenea, la 10% în următorul deceniu. În 1990 mai mult de 12 țări industriale aveau programe energetice eoliene.

Una din lacunele majore ale pieții mondiale de energie, inclusiv cea din SUA, este incapacitatea de a integra complet în prețul energiei costurile mediului deteriorat și cele sociale legate de utilizare. Prețurile combustibilului și ale energiei electrice cuprind costurile privind controlul poluării, dar nu cuprind cheltuielile, de miliarde de dolari, datorate deteriorările mediului prin foraje, prin extracție, prin marele negre etc. și nici riscul unei încălziri climatice a globului pămîntesc. De asemenea, nu sînt cuprinse costurile riscurilor pentru siguranța națională a țărilor dependente de importul de petrol.

S-au propus numeroase politici pentru a atenua pagubele cauzate mediului, din cauza utilizării combustibililor fosili.

Printre aceste „politici" se pot menționa:

— stimularea creșterii randamentelor instalațiilor care folosesc combustibili fosili;

— introducerea unor norme ferme și obligatorii impuse aparatajului și mașinilor;
— reglementări foarte severe pentru construcții;
— revederea prețurilor energiei, considerată ca cea mai importantă reformă care ar avea ca efect reducerea consumului de combustibili fosili și creșterea producției de energie reînnoibilă. În acest scop s-au propus mai multe modalități de taxare:
— creșterea taxelor directe asupra produselor petroliere;
— introducerea unor taxe naționale pentru conținutul de carbon al tuturor combustibililor fosili. În acest fel s-ar frîna mult în special consumul de cărbune, care este responsabil pentru cea mai mare parte a emisiunilor de CO_2 în atmosferă și reprezintă o sursă majoră de alți poluanți (SO_2, NO_x etc.).

Se atrage atenția uneori că taxele asupra energiei ar duce la întîrzierea creșterii economice și că ar avea efect de regresie. În fapt, reforma prețurilor energiei nu va avea neapărat acest efect, deoarece taxele asupra energiei ar putea fi neutre din punct de vedere economic, în sensul că s-ar putea diminua nivelul altor taxe ca, de exemplu, cele pe venit sau pentru securitatea socială (care va fi un rezultat al măsurilor antipoluante); încurajînd o economie eficientă, s-ar putea obține avantaje pe global.

De fapt se propune transferarea de la principiul aplicării taxelor care apasă pe „calitate" (ca muncă, acumulare, investiții), la principiul taxelor care să apese pe „maladii" (cum este de exemplu, poluarea datorată utilizării combustibililor fosili).

O altă manieră importantă de abordare a problemei este aceea de a reduce cererea de energie pe unitatea de produs.

În SUA, mai multe companii de electricitate, încurajate de comisii de stat, oferă deja ajutoare financiare pentru instalarea de echipamente de iluminat și de climatizare de foarte înalt randament. Astfel de eforturi, prin care se gestionează cererea, duc la reducerea investițiilor în noi centrale și reduc cheltuielile de producție și implicit cele necesare luptei împotriva poluării.

Se discută tot mai mult despre acest nou concept: **Demand-Side Management.**

Bineînțeles, în țările industriale lupta se duce pe multe fronturi, iar măsurile sînt fie directe (reducerea sau anularea emisiunilor), fie indirecte (ca de exemplu protejarea pădurilor sau tratarea materialelor potențial poluante).

În general se acționează pentru industrializare din ce în ce mai eficace. Un exemplu este și politica deșeurilor:
— cînd producerea unui deșeu este inevitabilă, sursa se reduce la minimum;
— deșeurile și subprodusele se reutilizează sau se reciclează la nivelul sursei sau în cel mai rău caz la nivelul consumului.

Calculele arată că **prevenirea** costă mai puțin decît **eliminarea** ulterioară, nemaivorbind de costul poluării în sine.

O conferință americano-japoneză, ținută la Atlanta în iunie 1991, și-a propus realizarea unui program amplu pentru secolul XXI, în scopul asigurării unei dezvoltări durabile. Iată cîteva idei mai importante:

• conservarea patrimoniului energetic mondial, prin intensificarea cercetărilor asupra schimburilor climatice, accelerării economiei de energie. Abandonarea folosirii clorfluorcarbonului. Termen: spre finele secolului (anul 2000);

• adoptarea mai rapidă a unor energii curate și reducerea utilizării combustibililor fosili. Creșterea utilizării energiei nucleare, a celor noi nepoluante și a celor reînnoibile. Termen: spre anul 2020;

• refacerea pădurilor în scopul reciclării CO_2. Termen: spre anul 2030;

• intensificarea cercetărilor pentru dezvoltarea tehnologiilor avansate ca: fuziunea, conversia energiei magmatice, utilizarea supraconducției etc. Termen: spre anul 2040.

• Introducerea tehnologiilor moderne ale informaticii și dezvoltarea cercetărilor din acest domeniu cu aplicație specială la producerea, transportul, distribuția și utilizarea energiei de toate felurile: imediat.

În concluzie, strategia țărilor industrializate, așa cum rezultă din raportul citat, are în vedere ameliorarea în continuare și cu mai multă vigoare a eficacității utilizării energiei (și a altor resurse naturale), reducerea poluării locale și regionale, evitarea producerii de deșeuri, reducerea importantă a contribuției la încălzirea climatică globală. Bineînțeles, disparitățile între țările OECD există, sînt vizibile și nu vor dispărea prea curînd. Totuși, principiile strategice unitare, cooperarea și lupta pentru viitor un „durabil" le încadrează într-un tot care le diferențiază de celelalte țări.

A doua categorie „țările sărace" prezintă un tablou cu totul contrastant. Banca Mondială a clasat în această categorie țările care în 1989 aveau un produs național brut mediu anual pe locuitor mai mic decît 580 dolari SUA. În această categorie sînt în total 41 țări, (Afganistan, Bangladesh, Benin, Bhutan, Burkina-Faso, Burundi, Cambogia, Republica Centrafricană, Ciad, China, Etiopia, Ghana, Guinea, Haiti, India, Indonezia, Kenia, Republica Laos, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mozambic, Birmania, Nepal, Niger, Nigeria, Pakistan, Rwuanda, Siera Leone, Somalia, Sri-Lanka, Sudan, Tanzania, Togo, Uganda, Vietnam, Zair și Zambia). Dintre acestea, 12 au un PNB mediu anual pe locuitor sub 250 dolari SUA. În 1990 Națiunile Unite, prin PNUD, au propus o nouă măsură pentru evaluarea „sărăciei" și anume indicele IDH (Index du Développement Humain), care ia în considerație și factori de vîrstă și de instruire (longevitate, grad de instruire). Pe baza acestui indice s-au recenzat în total 63 țări cu dezvoltare slabă, care intră în categoria țărilor „sărace". Din grupa țărilor enumerate mai sus au fost eliminate China și India, în schimb au fost introduse alte 25 țări (Algeria, Angola, Bolivia, Camerun, Capul Verde, Insulele Comore, Congo, Coasta de Fildeș, Djibuti, Egiptul, Guineea ecuatorială, Guinea Gambia, Guatemala, Guineea-Bissau, Honduras, Marocul, Namibia, Noua Guinee, Republica Yemen, Säo Tomë – Principe, Senegal, Swatziland, Vannatou Zimbabwe(care aveau PNB/an și loc. peste limitele sus-arătate.

În aceste țări se constată o strînsă corelație între sărăcie, creșterea demografică și deteriorarea mediului înconjurător. Aceste corelații sînt accelerate în unele țări de politicile care încurajează activ degradarea resurselor, în special în sectorul agriculturii, forestier și al energiei. Foarte multe acțiuni duc la beneficii pe termen scurt în schimbul unor deteriorări pe termen lung.

În Africa, în 1989, producția totală de energie comercială a fost de circa 555 TWh (circa 2 EJ). China și India împreună au produs în același an energie comercială de 9167 TWh (33 EJ).

Tehnologiile energetice au o importanță crucială pentru țările sărace. Populația rurală săracă depinde foarte mult de biomasa tradițională : lemnul de foc, cărbunele de lemn, deșeurile și reziduurile uscate de la culturi. Acești combustibili furnizează circa 60% din necesitățile energetice ale țărilor sărace (evident, cu excepția Chinei și a Indiei). În Africa subsahariană, acești combustibili reprezintă 2/3 din consumul de combustibil, iar consumatorii aferenți reprezintă 4/5 din populația totală. În țările foarte sărace, combustibilii tradiționali au o pondere și mai mare, depășind 90% din aportul de energie primară (Etiopia, Bangladesh și altele). Mai mult de 50 milioane de africani trebuie să facă față lipsurilor de combustibil pentru cele mai elementare necesități (hrană etc.). Situația este în curs de agravare din cauza creșterii prețurilor celorlalți combustibili. Cea mai mare parte din combustibilii comerciali utilizați de țările sărace o constituie produsele petroliere. În unele țări, importul de energie reprezintă aproximativ 25% din valoarea exportului. Și totuși energia este esențială pentru a aborda utilități elementare ca : aprovizionarea cu apă, practicarea îndeletnicirilor neagricole și chiar creșterea producției agricole.

Cel mai mare obstacol în calea unei dezvoltări durabile este lipsa investițiilor pentru ridicarea nivelului de instruire al oamenilor. Cercul sărăciei trebuie rupt, dar metodele actuale nu au dat nici un rezultat. Egoismul omenesc are dimensiuni extraordinare și, din păcate, se extinde și la nivelul națiunilor.

Raportul preconizează deplasarea cheltuielilor naționale spre creșterea nivelului de instruire și pentru creșterea PNB, ca politică națională. Dar ceea ce este foarte important este ajutorul pe care aceste țări ar trebui să-l primească de la țările foarte dezvoltate. O dezvoltare durabilă la scară mondială este inseparabilă de soluționarea problemelor țărilor sărace.

* * *

Cazul cel mai interesant pentru țara noastră este acela al țărilor în curs de industrializare rapidă. Pentru ca în aceste țări dezvoltarea să fie durabilă este necesar ca procesul de industrializare să se realizeze mai bine decît în țările industrializate. Ele trebuie să combată sărăcia, să protejeze resursele proprii naturale, care sînt baza principală a economiilor lor și o sursă importantă de locuri de muncă. Bineînțeles, aceste țări trebuie să evite apariția unor probleme suplimentare de mediu înconjurător și procedînd inteligent ar putea „sări" "o etapă de dezvoltare. Între aceste țări pot fi menționate : Brazilia, Chile, Mexic, Indonezia, Malaezia Thailanda, iar în prezent ar putea fi incluse și China și India. Se poate considera că unele țări, ca Taiwanul, Corea de Sud, Hong Kong, Singapore au reușit aparent, dar ... obiectivele dezvoltării durabile sînt mai puțin reușite. Aceste țări trebuie să facă față unor noi sfidări în materie de mediu înconjurător, datorită, creșterii urbanizării și dezvoltării industriale.

Cele patru țări : Coreea de Sud, Taiwan, Hong Kong, Singapore au, începînd din anul 1965, statut de ,,noi țări industrializate'' și pînă în prezent și-au multiplicat cu patru comerțul internațional și cu cinci venitul național pe cap de locuitor. PNB a crescut cu circa 6% anual în timp ce în Japonia și în SUA a crescut numai cu 4,3, respectiv 1,6 %.

Creșterea s-a făcut în contul unei deteriorări serioase a mediului (ca și în Japonia și în SUA). În Taiwan, poluarea este așa de gravă încît afectează sănătatea oamenilor. Toate cursurile de apă sînt poluate. În Taiwan sînt cele mai multe cazuri de hepatită B din lume. Nu întîmplător Taiwanul utilizează cea mai mare cantitate de pesticide și de fertilizanți din lume. Cantitatea de NO_x s-a triplat între 1977 și 1985 și s-ar putea să se dubleze în acest deceniu.

În Coreea de Sud, situația nu este mai bună. În 1989 s-a constat că de cele mai multe ori apa de robinet nu este potabilă, fiind contaminată cu metale grele și alți poluanți. Studii făcute arată că pentru a rezolva problema apei sînt necesare investiții de circa 5,3 miliarde dolari SUA. Seulul este unul din cele mai poluate orașe cu SO_2 (după OMS).

Ca și în alte țări nu s-a dat importanță eficienței utilizării energiei și a altor resurse naturale. La Singapore și în Coreea de Sud intensitatea energetică este de 18 MJ/dolari, mai mult chiar decît în SUA (15 MJ/dolar) și Japonia (cu 5 MJ/dolar).

Observație: Valorile date în diferitele surse nu coincid. În primul rînd, unii folosesc la numitor PNB în loc PIB. Dar și datele prezentate în statistici sînt diferite. De aceea, valorile prezentate mai sus sînt orientative, dar folosibile pentru comparații.

Aceste țări nu pot fi un model pentru dezvoltarea durabilă decît sub anumite aspecte. În plus, este necesară o mînă de lucru bine educată și cu sănătate robustă, la toate nivelurile, indispensabilă industrializării. În Malaezia și în alte țări s-au făcut progrese enorme pentru educarea și pregătirea tineretului și instruirea oamenilor în general.

Brazilia este o țară care, de asemenea, poate fi luată ca exemplu pentru tendința spre reușită. Totuși, în această țară se observă menținerea unei disparități a veniturilor, care nu avantajează imaginea pe ansamblu. 90 milioane de brazilieni din 150 milioane trăiesc sub limita sărăciei. Bineînțeles, creșterea numărului de noi locuri de muncă va fi una din cheile diminuării inegalităților existente.

În legătură cu problemele energetice, una din strategii se referă la prețurile energiei ; se urmărește, între altele, eliminarea, sau cel puțin reducerea, subvențiilor de stat.

În toate țările s-au făcut studii pentru creșterea eficienței energetice pentru tot ciclul de la sursă la utilizare. S-a calculat că o investiție de circa 20 milioane dolari pentru creșterea eficacității diferitelor instalații ar conduce la renunțarea unei jumătăți din numărul centralelor electrice prevăzute a fi construite pînă în anul 2010, cu economii estimate la 32 miliarde dolari SUA. Multe țări stabilesc norme pentru eficacitatea energetică a construcțiilor și a echipamentelor. Utilizarea unor materiale mai eficiente este încurajată și din punct de vedere financiar.

În consecință se poate spune că și în aceste țări există tendința de a proteja resursele naturale de neînlocuit, dar pentru o dezvoltare durabilă sînt încă necesare măsuri suplimentare.

În raportul Institutului pentru Resursele Mondiale, grupa țărilor din Europa Centrală cuprinde : Bulgaria, fosta Cehoslovacie, fosta Germanie de Est, Ungaria, Polonia, fosta Yugoslavie și România. Ceea ce a determinat gruparea acestor țări a fost caracteristica lor de țări care au trecut de la regimuri totalitare la democrații cu piață liberă, procesul de trecere fiind în curs. În raport se fac aprecieri privind stadiul tranzițiilor. Astfel : Polonia are deja o enormă piață liberă, Cehia are o structură industrială bine dezvoltată, Ungaria are un sector privat suficient de activ etc. Se afirmă că România ,,este mai puțin dezvoltată din punct de vedere democratic''. Totuși în ansamblu, în toate aceste țări, mîna de lucru este calificată. În 1989 PNB era destul de ridicat, astfel ca aceste țări să nu intre în grupa țărilor sărace. În prezent, însă, există o recesiune alarmantă. Dar ceea ce este foarte grav este dezastrul ecologic. În raport se afirmă că problemele mediului au apărut în Europa Centrală odată cu regimurile totalitare și impunerea modelelor staliniste. Bineînțeles, drumurile nu au fost identice. De exemplu, gospodăriile agricole din Ungaria au fost mai libere. Piețele nu au fost identice etc. Guvernele au decretat legi pentru protecția mediului între anii 1970—1980. Totuși, eșecurile au fost lamentabile în toate țările. O analiză comparativă foarte utilă s-a făcut cu ocazia unificării celor două Germanii, cînd diferențele au apărut pregnant. Cauzele principale ale situațiilor din aceste țări sînt sintetizate în raport astfel :

- statul, fiind proprietar al mijloacelor de producție ,,poluarea nu putea exista'' ;
- statul nu avea interes prea mare să facă niște cheltueli suplimentare, care i-ar fi ,,compromis bogăția'' aparentă ;

• în practică, directorii de întreprinderi nu erau presaţi să ia măsuri în propriile unităţi, realizarea planului de producţie fiind predominantă;

• politicile energetice duceau la utilizarea intensivă a cărbunelui, fără măsuri de protecţie a mediului;

• economiile socialiste nu aveau nici o restricţie în utilizarea energiei. Într-o perioadă, chiar, consumul de energie pe cap de locuitor era un indicator prezumţios;

• investiţiile erau limitate;

• accesul limitat în străinătate nu permitea preluarea unor tehnologii de vîrf şi nici credite;

• preţul energiei era fixat relativ la niveluri coborîte, chiar cînd costurile operaţiilor de extragere erau relativ ridicate. În orice caz, acestea nu ţineau seama de cheltuielile necesare protecţiei mediului ambiant.

În toate ţările Europei Centrale intensitatea energetică era foarte ridicată, depăşind ţările foarte industrializate.

ANEXĂ

Institutul pentru Resurse Mondiale (l'Institute des Resources Mondiales — The World Resources Institute) este creat pentru orice fel de beneficiar interesat de cercetări pentru politici economice (guverne, organizaţii private, organizaţii implicate în problemele mediului ambiant şi cele de dezvoltare etc.). Are sediul în SUA cu adresa: 1709 New York Avenue NW, Washington DC 20006 USA.

În prezent activitatea institutului este dirijată spre şase direcţii principale: 1 — climatul, 2 — energia şi poluarea, 3 — pădurile şi biodiversitatea, 4 — economia, 5 — tehnologia, 6 — informaţii asupa resurselor,mediului înconjurător şi asupra instituţiilor. În componenţa Consiliului de Administraţie intră personalităţi de renume internaţional.

Programul Naţiunilor Unite pentru Mediul Ambiant (Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement — United Nations Environment Programmme — PNUE sau UNEP) este o organizaţie creată în anul 1972. Ea a primit din partea Adunării Generale a ONU mandatul foarte larg de a stimula şi coordona reţelele de politici adaptate la acţiunile necesare pentru protecţia mediului ambiant, în special în ţările industrializate.

Organizaţia are sediul central la Nairobi în Kenia cu adresa P. O. Box 30552 şi o serie de birouri regionale şi de legătură.

Pentru Biroul din Europa adresa este: Bureau régional du PNUE pour l'Europe. Palais des Nations CH — 1211 Gèneve 10, Elveţia.

Programul Naţiunilor Unite pentru Dezvoltare (Programme des Nations Unies pour le Développement — United Nations Development Programme — PNUD — UNDP) este cea mai mare sursă multilaterală de finanţare şi cooperare a dezvoltării în lume. Organizaţia a fost creată în 1965 prin fuziunea a două programe anterioare ale ONU pentru cooperare tehnică. Fondurile organizaţiei totalizau în 1991 circa 1,5miliarde de dolari SUA şi proveneau din contribuţiile voluntare ale statelor membre ale ONU, sau de la alte agenţii afiliate.

Are sediul la New York, cu adresa: 1 U. N. Plaza, New York, N. Y. 10017 USA.

dr. ing. EUGENIU PAVEL

Manifestări tehnico-ştiinţifice

ANIVERSAREA REVISTEI ENERGETICA

1953—1993

În luna ianuarie 1993 s-au împlinit 40 de ani de la apariţia primului număr al revistei ENERGETICA, publicaţia de specialitate a energeticienilor români.

În toată această perioadă, revista a apărut fără nici o întrerupere, cu toate vicisitudinile şi dificultăţile inerente perioadei trecute. În acelaşi timp, conţinutul revistei, la care au contribuit specialiştii cei mai valoroşi, reflectă activitatea şi nivelul energeticii româneşti pe parcursul celor 40 de ani. În fapt, viaţa revistei a coincis cu evoluţia dezvoltării sistemului energetic din România şi în consecinţă sărbătorirea revistei ENERGETICA este a întregului corp de specialişti din acest domeniu.

Această sărbătorire a avut loc în ziua de 18 martie 1993, la Sala Palatului din Bucureşti.

Manifestarea a cuprins în prima parte o adunare festivă a energeticienilor-, care pe parcursul anilor au participat la activitatea revistei: redactori, membri în Colegiul de Redacţie, colaboratori, susţinători, autori de articole, cititori.

Printre participanţi au fost remarcaţi domnii: **Dumitru Popescu**, *ministrul industriei, vechi energetician,* **Aureliu Leca**, *preşedintele RENEL,* **Gheorghe Buzdugan**, *academician, preşedintele Secţiei Tehnice a Academiei Române,* **Gleb Drăgan**, *membru corespondent al Academiei Române, preşedintele Comisiei de Energetică din cadrul Academiei,* **Dorin Cristescu**, *prorectorul Universităţii Politehnice Bucureşti,* **Dumitru Gavrilaş**, *prorectorul Universităţii Politehnice Iaşi,* **Valentin Arion**, *prorectorul Institutului Politehnic din Chişinău,* **Călin Mihăileanu**, *cel mai vechi*

redactor-șef, al revistei ; cei de mai sus au luat loc în prezidiul adunării. A mai fost remarcată prezența domnilor : **Mircea Tarța**, *vicepreședinte RENEL,* **Vladimir Constantinescu**, *director general DGPEET,* **Radu Iorgulescu**, *director general DGTDEE,* **Gabriel Popescu**, *director general RENEL,* **Ioan Constantinescu**, *director ICEMENERG,* **Dan Gheorghiu**, *director ISPE, precum și a multor profesori, cercetători, cadre de conducere și specialiști din cercetare, proiectare, exploatare, construcții-montaj.*

Cei mai mulți participanți sînt personalități de valoare ale energeticii românești și numai lipsa de spațiu ne împiedică să-i numim pe toți.

Mai semnalăm prezența invitaților din republica Moldova, precum și a unor specialiști și oameni de afaceri din alte țări.

Pe ansamblu, au participat la această manifestare peste 400 persoane.

La redacție s-au mai primit scrisori și mesaje de la multe personalități tehnice și științifice de peste hotare, o parte din ele publicate în paginile revistei.

Adunarea festivă a fost deschisă de domnul **Eugeniu Pavel**, *președintele Colegiului de Redacție al revistei, care a anunțat scopul și programul festivității și a prezentat invitații de onoare.*

În continuare, domnul **Nicolae Niculescu**, *secretarul de redacție, a dat citire raportului de activitate a revistei pe perioada celor 40 de ani, după care au luat cuvîntul cîțiva participanți la adunare.*

Domnul **Dumitru Popescu**, *ministrul industriilor, precizînd că este cititor de treizeci de ani al revistei și susținător al ei, a arătat că* „revista a promovat idei, soluții și talente, nu a fost tribuna nimănui și nu a făcut compromisuri politice sau de alt gen ; calitățile de care au dat dovadă cei care au contribuit la viața revistei sînt cu atît mai prețioase cu cît sînt mai rare". *D-sa a adus mulțumiri energeticienilor români, pentru că în iarna care a trecut nu au fost limitări, întreruperi sau alte evenimente neplăcute, apoi a subliniat unele repere pe care ministerul industriei intenționează să le aibă în vedere pentru perioada următoare, în scopul creșterii eficienței energetice și a celei economice.*

Domnul **Aureliu Leca**, *a menționat că* „revista reprezintă o oglindă a dezvoltării energeticii românești și o reflectare a nivelului tehnic și științific al personalului din domeniul energetic. Ea nu a reflectat și nu trebuie să reflecte numai problematica RENEL, ci a întregului sector energetic al țării, de la producător la utilizator". În *continuare, vorbitorul a scos în evidență o serie de probleme actuale ale RENEL și liniile directoare ale planului strategic privind : modernizarea managementului și a procesului de producere-consum, retehnologizarea agregatelor, îmbunătățirea termoficării urbane, dezvoltarea activității comerciale și protejarea mediului. De asemenea, a subliniat faptul că revista ENERGETICA trebuie să oglindească mai bine necesitățile actuale și de perspectivă ale sectorului energetic, să devină și o tribună de opinii privind direcțiile strategice ale acestuia.*

Domnul **Gheorghe Buzdugan** *a evocat figurile unor mari energeticieni români, care au fost membri ai Academiei Române și în același timp colaboratori la revista ENERGETICA : Remus Răduleț, Constantin Budeanu, Paul Dimo, Cristea Mateescu, Dorin Pavel și alții.*

Domnul **Călin Mihăileanu** *a amintit personalitatea și activitatea lui Ioan Stăncescu, primul redactor responsabil al revistei și promotorul termoficării în România.*

Domnul **Emil Constantinescu**, *fost membru al colectivului de redacție, în prezent stabilit în Elveția, a adus elogii revistei ENERGETICA, subliniind că aceasta a traversat în mod strălucit perioada de 40 de ani, plină de încercări, reușind nu numai să supraviețuiască, dar și să se dezvolte și astfel să joace un rol foarte important în evoluția industriei energiei electrice din România. Revista a constituit o bogată sursă de informare tehnico-științifică pentru cititorii și colaboratorii săi ; ea a răspuns competent problemelor ridicate de electrificarea României.*

Domnul **Valentin Arion** *a arătat că prin intermediul revistei ENERGETICA a putut obține informații despre energetica românească și despre România și a avut posibilitatea să ia legătura cu instituțiile românești de specialitate.*

Domnul **Mihai Chiorsac** *a menționat că datorită revistei ENERGETICA a putut fi la curent cu lucrările științifice de specialitate din România.*

Domnul **Gleb Drăgan** *a afirmat că marele merit al revistei a fost de a educa și de a crește din punct de vedere tehnic și științific personalul ingineresc din țara noastră.*

Domnul **Paul Cartianu** *a pledat în cuvîntul său pentru o activitate mai complexă a inginerilor, depășind rolul pur tehnicist ; inginerul trebuie să devină și un factor de cultură umanistă, contribuind mai amplu la progresul societății.*

Domnul **Alexandru Marinescu** *a transmis salutul SOCER (Societatea pentru Optimizarea Consumurilor Energetice din România).*

Domnul **Nicolae Gavrilaș** *a adus la cunoștința adunării aspecte din trecutul preocupărilor universitarilor din Iași privind energetica, menționînd că parte din activitatea de cercetare este reflectată în paginile revistei ENERGETICA.*

Domnul **Dorin Cristescu** *a dat citire unei scrisori din partea biroului Senatului Universității Politehnica București, adresată președintelui Colegiului de Redacție, prin care apreciază pozitiv activitatea Biroului de Redacție și urează succese pentru viitor.*

În a doua parte a adunării festive s-au acordat premiile instituite de revista ENERGETICA pentru articole valoroase și pentru colaboratori ai revistei (vezi anexa). Sumele au fost oferite de: RENEL (trei premii), ICEMENERG, ISPE, Facultatea de Energetică a U.P. București, Universitatea Politehnică Iași, Societatea Română de Energetică și de Colegiul revistei ENERGETICA (două premii). În cadrul festivității Universitatea Politehnică București, Institutul Politehnic Chișinău și Academia de Științe din Chișinău au oferit redacției revistei atenții sub forma unor obiecte și scrisori de felicitare.

După pauză festivitatea a cuprins o masă rotundă cu subiectul: **Rolul informației științifice în activitatea energeticienilor.**

Manifestarea a fost însoțită de o mică expoziție filatelică, în care s-au prezentat timbre valoroase cu teme din domeniul energeticii românești și de peste hotare, organizată prin grija colegului nostru, ing. **Laurențiu Luca,** *și de o expoziție de cărți tehnice, la care au contribuit Editura Tehnică și INID.*

În ziua de 19 martie s-a organizat o excursie cu caracter tehnic și turistic, la care au luat parte circa 40 de persoane. S-au vizitat obiectivele tehnice de la hidrocentrala Argeș, barajul Vidraru, centrala subterană și stația de transformare. Excursia a fost sponsorizată de întreprinderea HIDROCONSTRUCTIA S.A. În cadrul acestei excursii, Filiala de Rețele Argeș RENEL a făcut o prezetare a activității întreprinderii la sediul său din Pitești.

Trebuie subliniat aportul organizatoric cu totul deosebit al ICEMENERG și al RENEL, precum și contribuția fiecărui membru al Colegiului de Redacție și în mod special a președintelui Colegiului, domnul Eugeniu Pavel, care și-au îndeplinit cu multă seriozitate rolul de gazdă, atmosfera creată fiind apreciată ca foarte plăcută de toți invitații.

Pe ansamblu, aniversarea celor patruzeci de ani de activitate ai revistei ENERGETICA a însemnat, pe de o parte, o retrospectivă a energeticii din România în acest interval, pe de altă parte, un prilej al energeticienilor de a se întîlni, de a-și reaminti întîmplări din activitatea trecută și de a lua cunoștință de problemele actuale.

Anexă

PREMIILE REVISTEI ENERGETICA

oferite cu ocazia împlinirii a 40 de ani de apariție continuă

1. Premiul oferit de Regia Autonomă de Electrictate — RENEL pentru probleme de energetică generală autorului articolului **Conservarea energiei și protecția mediului înconjurător** publicat în ENERGETICA nr. 3A, 1991, ing. **Ovidiu Țuțuianu** (RENEL—DSDE).

2. Premiul oferit de RENEL pentru probleme de electroenergetică autorului articolului **Estimarea regimului optim al unui sistem electroenergetic** publicat în ENERGETICA nr. 10, 1982, prof. dr. ing. **Eugeniu Potolea** (IPB).

3. Premiul oferit de RENEL pentru probleme de termoenergetică autorului articolului **Rezonanța paletelor turbinelor cu aburi și procedee de scoatere a lor din rezonanță**; publicat în ENERGETICA nr. 2/1986, ing. **Ion Istrate** (ENERGOREPARAȚII SA)

4. Premiul oferit de Institutul Politehnic „Gh. Asachi" — Iași autorilor articolului **Posibilități de utilizare a graficelor tip de sarcină ale consumatorilor în studiile de dezvoltare și pentru exploatarea rațională a rețelelor electrice urbane**, publicat în ENERGETICA nr. 2/1985; prof. dr. ing. **Alexandru Poeată** (IP Iași), dr. ing. **Gheorghe Georgescu** (prof. IP Iași), ing. **Nina Poeată** (prof. IP Iași), dr. ing. **Violeta Țăranu** (IP Iași), ing. **Nicolae Suflețel** (FRE Iași),

5. Premiul oferit de Societatea Română de Energetică — AGIR autorului cuplului de articole **Estimări privind poluarea atmosferei cu CO_2 în România** publicat în ENERGETICA nr. 5A/1992, **Efectul de seră și cantitatea de CO_2 emisă în atmosferă în România** publicat

în ENERGETICA nr. 6A,1992 ing. **Gheorghe Manea** (INCE)

6. Premiul oferit de Institutul de Studii și Proiectări Energetice — ISPE autorilor articolului **Preocupări actuale privind proiectarea dezvoltării sistemului energetic național**, publicat în ENERGETICA nr. 10/1989, ing. **Hermina Albert**, dr. ing. **George Manolescu**.

7. Premiul oferit de Facultatea de Energetică din universitatea Politehnică București **pentru recunoașterea competenței și activității publicistice reflectate în paginile revistei** (a se vede Sinteza Bibliografică a revistei ENERGETICA), dr. ing. **George Chercea** (cercetător ICEMENERG)

8. Premiul oferit de Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice — ICEMENERG autorilor articolului **Îmbunătățirea instalației de măcinare și ardere a lignitului la cazanul blocului de 330 MW**, publicat în ENERGETICA nr. 2/1987, ing. **Mircea Rădulescu**(ICEMENERG) și ing. **Anton Roșu** (ICEMENERG)

Premile oferite de Colegiul de redacție al revistei ENERGETICA :

9. Autorului **Sintezei bibliografice** a revistei ENERGETICA și pentru **colaborările competente** la rubricile de informare generală, ing. **Costin Rucăreanu**

10. **Istoriografului** și susținătorului rubricii de istorie a energeticii, ing. **Paul Cartianu**

40 Years of setting up Energetica review

— Synthesis of the editorial board's report —

În January 1993, ENERGETICA, the Romanian energy review, reached its 40 years of publication.

ENERGETICA has been regularly published in spite of the difficulties and impediments that characterized these past 40 years.

At the same time, its content, to which the most important energy specialists made their contribution, reflected the Romanian energetics level and activity during this period of time.

As a metter of fact the life of ENERGETICA concured with the evolution of the energy system development in Romania and, consequently, its anniversary its that of the entire staff of energy specialists, too.

The anniversary book place in Bucharest, at the Palace Hall in March 18, 1993.

A synthesis of the Editorial Board, report presented by Mr. N. Niculescu, the Scientific Secretary of Editorial Board is given below.

* * *

The solemn celebration of a certain number of years anniversary since the continuous issu of a periodical technical publication against such a background we are gladly parttaking today, represents a premiere for the Romanian technical spirituality.

Technical publications and especially, the periodical magazines have been usually reflecting engineering and technologies scientific level in the staffs field of activity contributing to their content and to whom they are addressing.

Moreover, the long life-time periodical technical magazines reflect the continuity and development of this activity.

The historiographer well known by us, the engineers in energetics, eng. Paul Cartianu has provided data about old engineering publications dealing with energetics and that contributed, due to their ceaseless issues within 10—12 years, to the formation of experts' thinking and philosophy and to the union of what we are calling today „the big family of the Romanian energetic engineers".

The ENERGETICA MAGAZINE issued in February 1953 as a continuation of the publicist tradition and obviously as the experts' request to achieve an exchange of ideas and influence the technical-scientific progress in the field of energy.

Great personalities of Romanian energetics contributed to the setting up and the beggining organization of the activity of the magazine, directly participating in the editorial staffs, such as : Prof. Martin Bercovici, Phd Reader **Paul Dimo,** *member correspondent of the Academy, Prof.* **Constantin Dinculescu**, *member correspondent of the Academy, eng.* **Ion Heresc**u, *Prof.* **Nicolae Moldoveanu**, *Prof.* **Cornel Penescu**, *Prof.* **I.D. Stăncescu**, *Prof.* **Ion Vlădea**, *eng.* **Pavel Vicol**, *Phd. eng.* **Călin Mihăileanu**, *the last also fulfilling the position of editor-in-chief for 32 years.*

Such other great personalities of Romanian energetics have collaborated along the time and participated in the editing activity also contributing to the content of the magazine: eng. **Adrian Georgescu**, *Prof.* **Gleb Drăgan**, *member correspondent of the Academy, Prof.* **Aureliu Leca**, *Prof.* **Dorin Pavel**, *eng.* **Radu Zane**, *Phd. eng.* **Emil Constantinescu**, *Prof.* **Ionel Purica**, *Prof.* **Ion Badea Arsene** *and many others.*

It is obvious that Romanian energetics evolution has been reflected in the pages of the magazine. It is also sure that, during the 40 years of the magazine issue, Romanian energetics has developed parallely with the evolution of the world technique in this field. Romanian energetic engineers are obviously worthy due to their outlook (research-designing), execution and operation since they could achieve a considerable growth of both electricity and heat generation transmission and distribution capacities that were confirmed by the statistic data.

Hence during the 40 years of the magazine life, statistic data have showed, such as:
— the installed power in power plants throughout the country, has increased 20 times, out of this, over 15 times in thermal power plants and over 60 times in hydro power plants;
— the generated electricity has increased 20 times in in the same period;
— the length of power high voltage lines (over 110 kV) increased 50 times and the number of transforming substantions with voltage over 110 kV increased over 28 times, the last 30 years;
— the delivered heat form cogeneration plants has increased since 1960 up to now, over 18 times.

All the aabre-mentioned data represent undisputable achievements relying on big strains, conceptul efforts that requested a special scientific and engineering training on the part of the experts in energetics, once more confirming the Romanian energetic engineers' quality well known in the scientific, tehnical and trade relations with the people abroad.

Yet, one can never say that duiring the old system, the energetic engineers, workers, enjoed the conditions and status they desearved. To the poor possibilities of getting information and the poor tehnical material basis, there was an attitude in adition, driving research, designinp ang education towards works with a minor, creating contribution and the execution and operation towards efforts misled to matters such as: solving terms and supply determining the weakening of the spirit of tehnological discigline that was essential to the energetic engineers and workers'activity.

The years coming after Revolution faced Romanian energetics with other difficult attempts. The lack of funds, finances necessary to industrial and technological development and the wrong understanding of some systems, typical of the market economy, created uncertainties in the evolution of energetics. The guideline of the far future development of thermal and electric power requests, as it resulted from investigations made by foreign experts, intense programmes of implementing technological innovations but also programmes for upgrading human resources position.

The ENERGETICA MAGAZINE, along the 40 years of continuous issue, has reflected both the positive and negative aspects, the shortcomings of power installations.

This magazine aimed, in all cases, at making available for the experts readers in the energy field, the directions syntheses, techniques and methodologies that should allow them to apply some solutions in their current designing, executing and operating activity supported by a highly scientific approach of the issues.

The biographic synthesis of the magazine including the materials issued during the 40 issuing period years, has pointed out that there wasn't any field of energetics that couldn't be approached in a lot of articles grouped by different topics and specialities.

It is worthy to address thanks to all contributors, authors of the articles issued in the pages of the magazine, during the 40 years, for their efforts to put at the reader colleagues'disposal their kowledge, opinions, points of view on different problems of energetics in Romania, wishing to get technological progress and the improvement of the approached field by taking them into consideration.

The editorial board of ENERGETICA MAGAZINE address thanks to its main supporter, the Romanian Electric Power Authority — RENEL as well as to the other financial supporters, the Hidroconstrucția S.A. and to the Power Station Branch Constanța.

The editorial board also thank to the organizers of the magazine festive session and the supporters who offerred ENERGETICA MAGAZINE prizes for the articles issued in its pages.

The editorial board thank the guests from abroad as well as the quests of honour and all the participants who honoured and encouraged us for the future activity.

EDITORIAL BOARD
OF ENERGETICA MAGAZINE

Congresul al XVIII-lea al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte

În perioada 13 — 16 iulie 1993 a avut loc la Chișinău Congresul al XVIII-lea al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte (ARA). Congresul a fost organizat împreună cu Academia de Științe din Republica Moldova și Academia Română și a avut ca temă de bază „Moldova : deschideri științifice și culturale spre Vest".

Ședința de deschidere a Congresului a avut loc în sala Teatrului de Operă și Balet din Chișinău, în prezența unei numeroase asistențe. La această ședință au vorbit domnii Andrei Andrieș, președintele Academiei de Științe a Moldovei, despre „Știința academică din Republica Moldova în context internațional", Mihai Drăgănescu, președintele Academiei Române, despre „Românii și Academia" și doamna Maria Manoliu-Manea, președintele Academiei Româno-Americane, despre „Academia Româno-Americană de Științe și Arte : permanențe și contraste între două lumi" sau, cum a mai spus domnia sa „Realitate sau vis cu ochii deschiși".

Din cuvîntul vorbitorilor a reieșit, atît activitatea celor trei academii, cît și necesitatea unei colaborări strînse între ele, în vederea unei mai bune valorificări a științei, literaturii și artei românești.

În aceeași ședință de deschidere a Congresului a fost adus un omagiu și i s-a oferit o diplomă de onoare Monseniorului Octavin Bârlea, întemeietorul și primul președinte al ARA, cu ocazia împlinirii vîrstei de 80 de ani. În cuvîntul său, Monseniorul Octavian Bârlea a trecut în revistă activitatea sa îndelungată în slujba românismului și a bisericii.

Începînd cu după amiaza zilei de 13 iulie și pînă în seara zilei de 15 iulie au avut loc ședințele de comunicări și discuții. Acestea s-au desfășurat pe șapte secții, și anume : științe umanistice; științe politice și economice; matematică, fizică; chimie, biologie, ecologie; științe tehnice; medicină; științe agricole, fiecare din aceste secții fiind împărțită pe mai multe subsecții.

La aceste ședințe s-a prezentat un mare număr de comunicări ale unor specialiști, în principal din republica Moldova și din România, dar și ale unor români din străinătate (SUA, Canada, Germania etc.), comunicări urmate de discuții și comentarii.

La subsecția „energetică" din cadrul secției de științe tehnice s-au prezentat 20 de referate, majoritatea de către specialiști din Republica Moldova, unele referate prezentînt realizări și cercetări ale acestor specialiști, altele referindu-se la situația energetică actuală a țării. Concluziile asupra acestor referate au fost prezentate la o masă rotundă organizată în după-amiaza zilei de 15 iulie 1993.

Închiderea Congresului a avut loc în ziua de 16 iulie 1993 la Palatul de Cultură și Arte din Chișinău. La această solemnitate au conferențiat domnii : acad. N. Cajal (Importanța tradiției în știință), acad. R. Grigorovici (Bucovina — fereastra spre vest a României) și acad. N. Constantinescu (Contribuții majore românești la cunoașterea economiei ecologice).

Pe ansamblu, Congresul al VIII-lea al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte a reprezentat o afirmare a spiritualității românești, în cele mai diferite domenii de activitate, inclusiv cel energetic, precum și un mijloc de cunoaștere directă a oamenilor din cele două țări românești și din diasporă.

Lucrările Congresului au reprezentat și o ocazie a delegaților români din partea Comisiei de Energetică a Academiei Române și ai Societății Române de Energetică de a avea contacte cu conducerea Institutului de Energetică al Academiei de Științe din Republica Moldova, de a cunoaște activitatea acestui institut și a vizita laboratoarele de cercetări și încercări de înaltă tensiune.

Cu acest prilej s-a încheiat o convenție de colaborare științifică între Comisia de Energetică a Academiei Române (CEAR) și Institutul de Energetică al Academiei de Științe din Chișinău, convenție care stabilește un program de activități comune privind realizarea de manifestări științifice ca simpozioane, conferințe, mese rotunde etc., schimburi de publicații și documentații, precum și cercetări din domeniul energetic.

În afară de acestea, cu prilejul unei întîlniri la rectoratul Universității Politehnice din Chișinău, s-a abordat problema colaborării între Societatea Română de Energetică și societatea similară din Chișinău, care urma să ia ființă în luna septembrie 1993.

Amintim aici că Academia Româno-Americană de Științe și Arte (ARA) este o organizație formată din oameni de știință și artă de origine română trăind în afara țării, cei mai mulți pe teritoriul american, precum și din americani specializați în civilizația și cultura românească.

Academia are ca obiective propagarea valorilor spirituale ale civilizației românești, întărirea legăturilor între popoarele Statelor Unite și națiunea română, precum și asigurarea în Statele Unite a unui sprijin constant științific și cultural pentru România.

ARA a fost înființată în anul 1975 de către un grup de intelectuali români din Statele Unite, la inițiativa Monseniorului Octavian Bârlea, care a fost președinte pînă în anul 1978. În prezent, președinte ARA este doamna Maria Manoliu-Manea. ARA organizează congrese în fiecare an; al XVI-lea congres a avut loc între 27 iunie și 2 iulie 1991 la București.

Începînd din anul 1981 ARA editează revista anuală de înalt nivel științific Libertas Mathematica, la care colaborează în principal specialiști români din diasporă.

Prof. dr. ing. GLEB DRĂGAN
Ing. Costin RUCĂREANU

PREOCUPĂRI ÎN UNELE ȚĂRI DIN ASIA PRIVIND UTILIZAREA CENUȘILOR DE TERMOCENTRALĂ

În perioada 19 — 29 iunie 1992, s-a desfășurat la Shanghai (China) Seminarul privind utilizarea cenușilor de termocentrală, organizat și sponsorizat de Centrul Internațional ONUDI — Viena și Institutul de Cercetări pentru Știința Construcțiilor (SRIBS) Shanghai.

Organizatorii au transmis invitații de participare la seminar către circa 20 țări în curs de dezvoltare sau cu economia în tranziție, efectuînd ulterior o selecție a candidaților, pe baza unei lucrări de sinteză în domeniu și a unui curriculum vitae transmise anterior.

Urmare acestei trieri au fost admiși doi specialiști din Filipine, doi din Vietnam, doi din Corea de Sud, unul din Indonezia, unul din Malaezia, unul din Tailanda, unul din Mongolia, doi din Tanzania și doi din România (ing. Ovidiu Țuțuianu — RENEL și ing. Ion Comănescu — PROCEMA — Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Materialelor de Construcții).

Programul de lucru al seminarului a fost bazat pe expuneri ale specialiștilor chinezi din cadrul SRIBS, vizite tehnice la diverse obiective care produc și valorifică cenușa de termocentrală în zona Shanghai și schimb de experiență în urma prezentării de către participanți a preocupărilor și realizărilor din țările lor în domeniul tematic anunțat.

S-au reținut următoarele informații principale:

1. Din China

1.1. Institutul de Cercetări pentru Știința Construcțiilor Shanghai (SRIBS). A fost înființat în 1958 și reprezintă în prezent, unitatea profesională de bază a Ministerului Construcțiilor, care ghidează activitatea de specialitate la nivelul întregii țări. Preluînd experiența din Franța, Anglia și SUA și bazîndu-se pe 30 de ani de experiență proprie, SRIBS a dezvoltat o serie de tehnologii și un management eficient al utilizării cenușilor de termocentrală.

Cu începere din 1983, institutul respectiv a abordat proiectul „Cercetări și dezvoltări ale utilizării cenușii de termocentrală", susținut de PNUD și ONUDI.

Desfășurat cu succes și fiind apreciat pozitiv de organizațiile internaționale, proiectul a cunoscut și o a doua fază începînd cu anul 1987.

Ca urmare a eforturilor întreprinse de SRIBS, Centrul Național de Dezvoltare a Tehnologiilor pentru Cenușa de Termocentrală și de alte institute și organizații de specialitate s-a reușit să se atingă o rată de utilizare a cenușilor de termocentrală de 26,5% la nivelul țării (în 1990) și de 74,5% în zona Shanghai (în 1986).

În valori absolute, cantitățile maxime de cenușă valorificată au reprezentat 18 mil. tone pe total China (în 1990) și respectiv 1,6 mil. tone în zona Shanghai. Iată cîteva exemple de realizări practice ale utilizării cenușilor de termocentrală:

— fabrica de ciment amestecat cu cenușă Jiang Su, cu o capacitate de 100 000 t ciment/an;

— fabrica de cărămizi sinterizate Helonjiang, cu o capacitate de 30 mil. bucăți/an;

— fabrica de țigle din provincia Jiang Su, cu o capacitate de 70 000 buc/an;

— fabrica de cărămizi refractare din Shanghai, cu o capacitate de 100 000 bucăți/an;

— beton pompat folosit la diverse construcții înalte;

— Guang Zhou International Building cu înălțimea de 200 m (63 etaje), cu pompare într-o treaptă;

— pilonii podului Nan Pu Shanghai, cu înălțimea de 156 m, pompare într-o treaptă, rezistența betonului 50 Mpa;

— beton pentru fundații:

— fundația de 8600 m³ a hotelului Hai Leng — Shanghai;

— blocuri (din cenușă) pentru clădiri;

— peste 15 mil. m² suprafață de locuințe construite în Shanghai începînd din anii'60;

— terasamente pentru autostrăzi;

— materiale de umplutură pentru construcții de drumuri.

Se apreciază că în perioada 1983—1986 beneficiul realizat datorită utilizării a 3,6 mil. tone cenușă de termocentrală în zona Shanghai (la înlocuirea cimentului și nisipului în betoane și mortare, adaosul la ciment, umplutură la pereți sau construcții de drumuri, inclusiv prin reducerea cheltuielilor cu transportul și depozitarea) a fost de 34 mil. yuani RMB (circa 8,5 mil. US$). Pentru perioada 1987 — 1989, beneficiul utilizării a 3,9 mil tone cenușă s-a estimat la 100 mil. yuani RMB (cu 25 mil US$).

Precizări privind radioactivitatea cenușilor

În conformitate cu prevederile standardului chinez GB 6763—86, orice deșeu industrial care se folosește drept materie primă pentru fabricarea materialelor de construcții, trebuie să satisfacă simultan următoarele relații :

$$\frac{A_{Ra}}{330} + \frac{A_{Th}}{260} + \frac{A_k}{3800} \leqslant 1 \text{ (expunere internă)}$$

$$\frac{A_{Ra}}{200} \leqslant 1 \text{ (expunere externă)}$$

unde : A_{Ra} A_{Th} și A_k reprezintă activitatea specifică (intensitatea radiației pe unitatea de masă) pentru Ra^{226}, Th^{232} și K^{40}.

Testele efectuate au arătat că cenușile provenite de la sorturi de cărbune din diverse zone ale Chinei respectă condițiile de mai sus, cu excepția zăcămîntului din provincia Guang X_i, care depășește cu puțin limitele standardului. În procesul de fabricație a materialelor de construcții, cenușa este totdeauna amestecată cu alte materiale inerte radioactiv, cum sînt : cimentul, pietrișul, nisipul, calcarul etc., astfel că radioactivitatea produsului poate fi redusă în mod uzual sub valorile standardului.

1.2. Șantiere de construcții de locuințe din zona Pu Dong. Cenușa de termocentrală este folosită la fabricarea diverselor materiale de zidărie pentru locuințe „ieftine" de genul blocurilor cu puține etaje.

La cărămizile sinterizate (realizate prin ardere) cenușa se utilizează în proporție de 30—90% (funcție de tehnologie și de indicele de plasticitate), în general 50%.

Dimensiunile cărămizilor sînt de regulă : 240 × 115 × 53 mm. Comparativ cu cărămizile clasice, cele bazate pe cenușă de termocentrală au o densitate mai redusă și proprietăți termoizolante superioare (conductivitate termică 0,47 W/m² față de 0,81 W/m² la „clasice").

Blocurile LFAB (lime fly ash block) sînt produse din cenușă, var, gips și zgură (ca agregat) ; pretratate și cîntărite separat sînt amestecate împreună cu apa, turnate în casete de oțel unde se tratează termic cu abur la o temperatură de 100°C. Dimensiunile blocurilor sînt : 88 × 56 × × 24 cm.

Proprietățile acestor materiale sînt asemănătoare cu cele ale cărămizilor. În plus prezintă următoarele avantaje față de materialele „clasice" :

— productivitate de 3,5 ori mai ridicată ;
— consum de energie cu 31% mai mic ;
— se economisesc 4,7 kg ciment/m² de construcție ;

Betoane AFAC (aerated fly ash concrete) Sînt realizate dintr-un amestec de : cenușă (70—80%), var (10—15%), ciment (10—15%), gips (1—3%) și pudră de aluminiu. Ca și LFAB, AFAC trebuie să îndeplinească cerințele unor standarde naționale.

Ca principale avantaje ale acestor materiale se menționează densitatea redusă (ceea ce simplifică și reduce fundația) și proprietăți termoizolante favorabile.

1.3. Podurile Nan Pu și Yang Pu

Podul Nan Pu, situat la Nan Ma Tou în districtul Nanshi, este primul pod peste rîul Huang Pu (afluent al fluviului Yangtze) în zona urbană Shanghai. Lungimea totală este de 8 346 m, iar înălțimea deasupra oglinzii apei este de 46 m, asigurînd astfel traficul navelor de mare tonaj. Asigură un trafic zilnic de 45 000 — — 50 000 autovehicule.

Secțiunea principală în lungime de 846 m și avînd o lățime de 30,35 m (6 benzi pentru auto și 2 m trotuar pentru pietoni) conține o deschidere deasupra rîului de 423 m, între cei doi piloni de 150 m înălțime, susținerea podului fiind asigurată prin 22 perechi de cabluri de oțel.

Pilonii sub formă de „H" sînt realizați din beton armat în compoziția căruia s-a introdus și circa 15% cenușă de termocentrală.

Podul Yang Pu este cel de-al doilea pod peste rîul Huang Pu și se află în curs de execuție urmînd a fi finalizat în 1994. Va avea o lungime totală de circa 11 km, o deschidere deasupra rîului de 606 m și o înălțime de 48 m peste cota oglinzii apei. Sistemul de susținere va fi similar cu cel al podului de mai sus, bazat pe cabluri de oțel cu diametrul de 32 cm. Se remarcă faptul că și la acest pod (care alături de „fratele său mai în vîrstă" se va înscrie printre cele mai mari poduri de acest gen din lume), se folosește cenușă de termocentrală.

1.4. Combinatul Siderurgic Bao Shan

Dispune de o termocentrală pe cărbune cu două grupuri turbogeneratoare de cîte 350 MW, primul fiind instalat în 1982. Principalele caracteristici ale cenușii : $SiO_2 = 50\%$, $Al_2O_3 = 30\%$, $Fe_2O_3 = 15\%$, $CaO = 2\%$, pierderi la calcinare = 2%.

Pînă în 1987, cenușa nu se valorifica fiind transportată la depozit. După 1987, au început să se prelucreze și să se livreze 200 000 t în 1988, 288 000 t în 1989, 290 000 t în 1990 și 500 000 tone în 1991.

Se remarcă următorul „management" al cenușii :

a) producerea și colectarea cenușii se află în sarcina centralei electrice ;

b) prepararea, sortarea, marketingul, contractele de livrare, relațiile cu beneficiarii revin „grupului de valorificare a cenușii (aproximativ 200 de salariați) o unitate complet separată de centrala electrică.

Ca urmare a livrărilor masive de cenușă s-a obținut un profit de 57 mil. yuani RMB (11 mil US$) și s-a stopat construcția unui nou depozit.

Principalele utilizări ale cenușii :

— adaos la betoane ;
— la mortare ;
— amestec la fabricarea cărămizilor cu goluri de aer pentru case ieftine ;
— umpluturi pentru terasamente ;
— foraje ;
— blocuri, cărămizi arse ;
— materiale izolatoare (termo și hidro).

1.5. Termocentrala pe cărbune She Dong Ko

Situată în localitatea Shengqiao, districtul Bao Shan, este dotată cu patru blocuri turbogeneratoare a cîte 300 MW, de fabricație indigenă. Proiectul a fost elaborat de Institutul de Proiectări Energetice din China de Est, iar investiția totală a reprezentat peste 1,5 miliarde yuani (0,28 mld. US$). Primul grup a fost pus în paralel în decembrie 1987, iar ultimul în aprilie 1990.

Alimentarea cu cărbune (huila de 20 900 kJ/kg = 5000 kcal/kg cu 30% cenușă) se face cu vapoare pe fluviul Yangtze, în care scop termocentrala dispune de un doc adînc, care poate primi vase transoceanice de 35 000 t. Capacitatea de depozitare a cărbunelui este de 270 000 t, din care 65 000 într-un depozit acoperit. Cele patru cazane produc cîte 1025 t/h abur la 16, 67 Mpa și 540 °C cu supraîncălzire intermediară la 540°C.

Turbinele sînt cu condensație în patru corpuri, cu patru condensatoare.

Primele două blocuri sînt echipate cu calculatoare PDP — 1184 (Mitsubischi) pentru urmărirea și prelucrarea datelor de exploatare, în timp ce la blocurile 3 și 4 se folosesc sisteme de control cu microprocesoare Network — 90 Bailey (Japonia).

Stațiile electrice de transformare exterioare sînt la tensiunile de 220 și 500 kV.

Pentru prepararea apei de adaos se folosește o treaptă de pretratare care funcționează pe principiul osmozei inverse, condensatul este desalinizat 100%, iar apele uzate sînt supuse unui sistem riguros de control și tratare.

Se remarcă, de asemenea, buna funcționare a electrofiltrelor.

Din 1988 termocentrala a început să livreze cenușă la diverși utilizatori.

Ca și la Combinatul siderurgic Bao Shan, de prepararea și valorificarea cenușii se ocupă o organizație complet separată de termocentrală, structurată pe două compartimente : management și producție, însumînd 120 de oameni.

Se folosesc toate categoriile de cenușă :

— cenușa de vatră, ca înlocuitor al nisipului la construcții ;
— cenușa de electrofiltre (colectată la trei sectoare ale acestora) pentru diverse materiale de construcții ;
— cenosferele (care se colectează și în bazine cu apă amplasate sub electrofiltre) pentru materiale speciale ușoare.

Profitul rezultat din vînzarea a circa 1 mil. t cenușă este 3 mil yuani /an (0,6 mil. U S $/an).

1.6. Șantiere de construcții de drumuri în zona Shanghai

În zona Shanghai se desfășoară lucrări de amploare care constau într-o autostradă cu șase benzi, precum și conexiuni între cele două poduri peste rîul Huang Pu (Nan Pu și Yang Pu). Cenușa de termocentrală se folosește atît la umplerea terasamentelor, cît și ca material de bază (fundație) în amestec cu var și agregate.

Cîteva avantaje tehnico-economice ale folosirii cenușii la construcțiile de drumuri :

— densitatea maximă în stare uscată a cenușii este cu 1/3 pînă la 1/5 mai mică decît a solului, astfel că se reduce nu numai volumul de terasamente pe fundația de pămînt, dar și costul întreținerii ;
— compresibilitate mai redusă și consolidare rapidă, care favorizează planeitatea asfaltului după deschiderea traficului ;
— cenușa este mai permeabilă și permite un ritm mai susținut al construcției în sezonul ploios, reducînd în consecință cheltuielile globale ;
— materialul puzzolanic (obținut din amestecul de cenușă, var și agregate) folosit la baza șoselelor asigură o durabilitate în timp superioară altor rețete „clasice".

2. În Coreea de Sud

Capacitatea totală de producere a energiei electrice în anul 1990 a fost de 21 960 MW, din care 52,2% în termocentrale clasice, 36% în centrale nuclearoelectrice și 11,8 în hidrocentrale.

Puterea electrică instalată în cele 15 termocentrale pe cărbune a fost de 3100 MW, din care 9 funcționează pe antracit și 6 pe huilă.

Cantitatea de cenușă de termocentrală rezultată a însumat circa 2 mil. t în 1990 și se estimează a fi circa. 5 mil. t în anul 2001.

Pînă la această dată, cenușa de vatră (bottom ash) se folosește la umplerea diverselor excavații, iar circa 8% din cenușa de electrofiltre (fly ash) este utilizată la betoane.

S-au elaborat pînă în prezent studii de valorificare a cenușii la fabricarea materialelor de construcții, la producerea brichetelor ce acoperă depozitele de gunoaie și în agricultură.

Institutul de Cercetări Energetice (KIER) și Corporația de Energie Electrică (KEPCO) au preocupări privind extinderea utilizării cenușii în diverse domenii.

În acest scop s-a demarat în 1991 și va continua pînă în 1995 un studiu de anvergură privind utilizarea cenușilor rezultate din arderea huilei.

3. În Thailanda

Există numai două termocentrale : MAE NOH cu o putere instalată de 2025 MW ($3 \times 75 + 4 \times 150 + 4 \times 300$) și KBABI, cu o capacitate de 34 MW (2×17).

Lignitul folosit are 25—30% umiditate, 20 — —30% cenușă, 2 — 3,5 sulf și o putere calorifică inferioară de 8400—12 000 kJ/kg (2000 — — 3 000 kcal/kg).

Consumul de lignit este de circa 12 mil. tone/ /an, rezultînd circa 2,3 mil. tone cenușă/an.

Pînă în prezent cenușa se folosește numai ca umplutură la minele de lignit. Există preocupări pentru utilizarea cenușii la construcții.

4. În Vietnam

Problema valorificării cenușii de termocentrală este într-o fază incipientă. Centrul de cercetări pentru utilizarea deșeurilor industriale (CRUIW) din Hanoi, înființat în decembrie 1991 a început cercetări privind utilizarea cenușii ca adaos la ciment și betoane, la fabricarea cărămizilor și țiglelor ceramice, la construcția drumurilor.

5. În Filipine

Principala ,,sursă'' de cenușă o constituie termocentralele Naga, Cebu, Calaca, Batangas, aparținînd Corporației Naționale de Electricitate (NPC).

Capacitățile instalate în termocentralele Naga I, Naga II și Calaca I sînt 50 MW și respectiv 300 MW. Primele două centrale electrice produc împreună circa 32 000 tone/an cenușă, iar cea de-a III-a, circa 144 000 tone/an.

Institutul Național de Standardizare (PNS) din cadrul Departamentului Comerțului și Industriei clasifică cenușa de termocentrală funcție de conținutul de CaO, în două clase :

— Clasa A (cu conținut redus de CaO) rezultată de regulă în urma arderii (antracitului și huilei). Cenușile din această clasă au proprietăți puzzolanice datorate conținutului ridicat de SiO_2, Al_2O_3 și Fe_2O_3 și corespund clasei F din standardul american ASTM C 618.

— Clasa B (cu conținut ridicat de CaO) rezultată, de regulă, în urma arderii lignitului sau cărbunelui brun. Aceste cenuși pot conține mai mult de 10% CaO, avînd și proprietăți puzzolanice și corespund clasei C din standardul american ASTM C 618.

Bazat pe rezultatele din alte țări, pe studiile și proiectele pilot, Departamentul Lucrărilor Publice și Șoselelor (DPWH) a autorizat utilizarea cenușii de termocentrală ca amestec și ca înlocuitor în proporție de 20% al cimentului Portland la construcțiile din beton.

Succesele obținute prin folosirea cenușii ca înlocuitor parțial al cimentului Portland au condus la studii vizînd utilizarea acesteia ca înlocuitor al ,,agregatelor ușoare'', precum și al cimentului și agregatelor la un loc.

Cercetările de perspectivă sînt axate pe extinderea valorificării cenușii în industria cimentului, fabricarea cărămizilor, umpluturi, consolidarea solului.

Guvernul încurajează transferul de tehnologie în domeniile respective, din China, SUA și fosta URSS.

6. În Indonezia

Cenușile în cantitate de circa 1,7 mil. tone/ an provin de la două termocentrale : Suryalaya în Java de Vest și Paiton în Java de Est.

Agenția pentru Cercetări Industriale și Institutul de Cercetări pentru Materiale și Produse Tehnice au verificat compatibilitatea cenușilor respective cu standardul ASTM C 618.

Principalele domenii de utilizare a cenușilor de termocentrală sînt : la fabricarea cimentului, amestec la betoane și pavaje.

Printre consumatorii de cenușă se află două mari fabrici de ciment (Semen Gresic și Semen Tiga Roda), precum și circa 50 de fabrici de materiale de construcții.

7. În Mongolia

Rezultă anual circa 1 mil. tone cenușă. Pînă în prezent nu se valorifică. Se va realiza un

program de utilizare în domeniul construcţiilor şi materialelor de construcţii cu ajutorul tehnic al specialiştilor chinezi (SRIBS) şi cel financiar al ONUDI.

8. În Malezia

Nu sînt încă realizări notabile în domeniul valorificării cenuşilor de termocentrală.

* * *

Pe problematica utilizării cenuşilor de termocentrală în România a avut loc o masă rotundă.

CONCLUZIILE MESEI ROTUNDE CU TEMA „VALORIFICAREA CENUŞILOR DE TERMOCENTRALĂ"

În zilele de 13 şi 14 mai 1993, s-a desfăşurat la Olăneşti, în organizarea Regiei Autonome de Electricitate — RENEL (prin Divizia de Strategie şi Dezvoltare Economică şi Filiala Electrocentrale Govora), în colaborare cu Institul de Construcţii Bucureşti şi cu sprijinul Centrului Comun ONUDI Bucureşti o masă rotundă axată pe problema valorificării cenuşilor de termocentrală.

La această manifestare tehnică au participat circa 65 specialişti din Ministerul Industriei şi din 33 de instituţii implicate în domeniul respectiv, fiind reprezentate activităţile operaţionale, de cercetare şi proiectare, atît din partea furnizorilor de cenuşă (ex. filialele electrocentrale — RENEL, ISPE, ISPH, ICEMENERG), cît şi a consumatorilor de cenuşă (ex. SOCERAM—Doiceşti, Hidroconstrucţia, Energoconstrucţia, PROCEMA SA, CEPROCHIM SA, Direcţia Drumurilor Dolj şi Rm. Vîlcea, INCERC etc).

În prima zi s-au prezentat şi dezbătut următoarele referate :

1. Posibilitaţi de cooperare cu Organizaţia Naţiunilor Unite pentru Dezvoltarea Industrială — Octavian C. Negru, şef Oficiu, Centrul Comun ONUDI Bucureşti.

2. Concluziile Seminarului ONUDI de la Shanghai, 19—29.06. 1992, privind utilizarea cenuşilor de termocentrală — ing. Ovidiu Ţuţuianu, RENEL — DSDE.

3. Stadiul actual şi perspectiva folosirii cenuşilor de termocentrală în România — prof. dr. ing. Nicolae I. Voina, Institutul de Construcţii Bucureşti.

4. Strategia RENEL privind valorificarea cenuşilor de termocentrală — ing. Ovidiu Ţuţuianu, RENEL—DSDE.

5. Realizări şi perspective ale folosirii cenuşilor de termocentrală în industria materialelor de construcţii—ing. Ion Comănescu, PROCEMA SA, Bucureşti.

6. Utilizarea cenuşilor de termocentrală la lucrări de drumuri — ing. Marius Turcu, Institutul de Cercetări şi Proiectări Tehnologice în Transporturi, Bucureşti.

7. Folosirea cenuşii de electrofiltru din CTE Doiceşti pentru producerea elementelor de zidărie şi izolaţiei din beton celular autoclavizat — ing. Lucian Banescu, SOCERAM SA, Filiala Doiceşti.

În ziua a doua, prof. dr. ing. N. I. Voina a efectuat o demonstraţie practică la baza de prefabricate Vlădeşti a S. C Construcţii nr. 4 Rm. Vîlcea, privind :

— imprimarea unui caracter cimentoid hidraulic la cenuşile de termocentrală ;

— obţinerea de betoane şi prefabricate de beton din cenuşi fără sau cu adaos redus de ciment.

În urma referatelor şi demonstraţiei practice prezentate, precum şi a dezbaterilor purtate, au rezultat următoarele concluzii :

- Experienţa din multe ţări (Anglia, SUA, Germania, Olanda, China etc.), precum şi realizările de pînă în prezent din România, evidenţiază faptul că cenuşa de termocentrală îşi poate găsi numeroase utilizări în cele mai diverse domenii, dar mai ales la umplerea excavaţiilor miniere, la construcţia drumurilor şi podurilor şi la realizarea materialelor de construcţii (mortare, agregate, ciment, cărămizi, BCA etc.).
- Valorificarea, în cantităţi industriale, a cenuşilor de termocentrală conduce la avantaje tehnice, economice, ecologice şi sociale atît la furnizorii, cît şi la consumatorii de cenuşă.
- Pentru a i se asigura o valorificare eficientă cenuşa de termocentrală nu mai trebuie considerată un deşeu, ci trebuie tratată ca o marfă, care să satisfacă condiţiile de calitate cerute de utilizatori.
- Este necesară întărirea colaborării între furnizorii şi utilizatorii de cenuşă. În acest sens s-a propus constituirea „Comitetului tehnic naţional pentru cenuşi", care să aibă ca primă preocupare coordonarea reactualizării şi completării STAS-urilor privind cenuşile de termocentrală.

— A fost validată cu această ocazie, „**Strategia RENEL privind cenușile de termocentrală**”, care se transpune în practică pe baza unui studiu aflat în derulare, elaborat de ISPE în colaborare cu Institutul de Construcții București, ICEMENERG, INCERC, Institutul de Igienă și Sănătate Publică și alte institute care și-au exprimat interesul cu ocazia „mesei rotunde”. Strategia respectivă prevede :

1. Pe termen scurt

— Pentru toate termocentralele pe cărbune ale RENEL :

- reactualizarea caracteristicilor fizico-chimice ale tuturor categoriilor de cenuși (de vatră, de electrofiltru de depozit) ;
- reactualizarea cantităților de zgură și cenușă depozitate și a suprafețelor de teren ocupate de depozite ;
- stabilirea unei metodologii de testare rapidă a calității cenușilor și de control a proceselor de ardere, în scopul imprimării unui caracter cimentoid-hidraulic, cenușilor.

2. Pe termen mediu

— Pentru termocentralele cu posibilități actuale de livrare a cenușii în stare uscată : Doicești, Borzești II, Comănești, Işalnița (Craiova), Rovinari și Mintia (Deva) :

- analiza schemelor de captare, însilozare, preparare, transport sau depozitare. Stabilirea soluțiilor tehnice de completare și modernizare. Reevaluarea capacităților de livrare și a eforturilor financiare necesare ;
- dotarea și organizarea laboratoarelor din termocentrale pentru controlul și urmărirea continuă a caracteristicilor fizico-chimice ale cenușilor ;
- elaborarea unui prospect cadru pentru prezentarea cantitativă și calitativă a ofertei de livrare, a tuturor categoriilor de cenușă de termocentrală ;
- ancheta pe baza difuzării prospectelor cu oferte specifice pe fiecare termocentrală, în vederea inventarierii consumatorilor de cenușă existenți și depistării de noi consumatori (inclusiv particulari) ;
- stabilirea de soluții pentru livrarea cenușii la consumatorii rezultați pe baza anchetei ;
- reactualizarea standardelor privind calitatea cenușilor pentru diverși utilizatori (inclusiv aspecte privind radioactivitatea cenușilor) ;
- stabilirea prețului de cost al cenușilor, pe categorii ;
- perfectarea de contracte de vînzare — cumpărare a cenușilor.

3. Pe termen lung

3.1. Pentru termocentralele care nu au în prezent posibilități de livrare a cenușii în stare uscată :

- stabilirea soluțiilor tehnico-economice eficiente pentru captarea și livrarea cenușii în stare uscată ;
- evaluarea efortului financiar necesar ;
- organizarea managementului și marketingului cenușilor.

3.2. Pentru toate termocentralele pe cărbune :

- reintroducerea în circuitul agricol a haldelor de zgură și cenușă epuizate ;
- aplicarea de tehnologii specifice pentru reducerea poluării la haldele eliberate temporar de sarcini tehnologice.

ing. OVIDIU TUȚUIANU
Regia Autonomă de Electricitate — RENEL
Divizia Strategie și Dezvoltare Economică

De personis

Profesorul dr. ing. ALEXANDRU POEATĂ a împlinit 70 de ani

Înscriindu-se în tradiția aniversării marilor personalități ale școlii, la Facultatea de Electrotehnică din Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, a avut loc în luna septembrie a.c. sărbătorirea distinsului pedagog și om de știință, profesor universitar dr. ing. Alexandru Poeată, cu prilejul împlinirii vîrstei de 70 de ani.

Născut la 24 septembrie 1923 în comuna Cojușna, jud. Lăpușna, s-a remarcat mai întîi printre elevii de frunte ai liceului „Bogdan Petriceicu Hașdeu” din Chișinău, apoi a urmat

cursurile Facultăţii de Electromecanică a Institutului Politehnic din Iaşi, pe care le-a absolvit în anul 1948 cu calificativul magna cum laude. A fost reţinut în învăţământul superior la aceeaşi facultate începînd cu data de 1 ianuarie 1949, cînd a fost încadrat pe un post de asistent la disciplina de Centrale şi reţele electrice. A parcurs toate treptele ierarhiei didactice, fiind promovat şef de lucrări în 1950, apoi, după susţinerea tezei de doctorat în 1967, a ocupat prin concurs postul de conferenţiar la disciplina de Reţele şi sisteme electrice, pe care a predat-o începînd cu anul universitar 1961/1962. La aceeaşi disciplină devine profesor titular, prin concurs, în anul 1971.

Primii zece ani de activitate, în care prof. dr. ing. Alexandru Poeată a îndeplinit cu conştiinciozitate şi dăruire sarcini didactice diverse la o serie de discipline legate de producerea, transportul, distribuţia şi utilizarea energiei electrice, au avut un rol hotărîtor atît în formarea sa ca specialist în electroenergetică, cît şi ca dascăl cu calităţi pedagogice de excepţie.

Prin întreaga activitate didactică şi ştiinţifică desfăşurată, prof. dr. ing. Alexandru Poeată este o personalitate de prestigiu a şcolii noastre superioare, realizările sale fiind bine cunoscute şi apreciate în rîndul specialiştilor din ţară şi de peste hotare.

Pe linie didactică s-a făcut remarcat printr-o susţinută activitate în direcţia creşterii calităţii procesului de învăţământ. A scris peste 10 cursuri, manuale şi tratate în edituri centrale şi pe plan local, a avut un aport deosebit la dezvoltarea laboratoarelor şi a lucrărilor practice în colectivul de discipline de reţele şi sisteme electrice, a partlcipat activ şi eficient ani de-a rîndul în cadrul comisiilor de modernizare a planurilor şi programelor de învăţământ de profil energetic. A organizat primele cursuri postuniversitare de la secţia de electroenergetică cu denumirea „Optimizări în transportul şi distribuţia energiei electrice" în anul 1972. Autoritatea şi competenţa sa profesională şi-au spus deseori cuvîntul în calitatea pe care a deţinut-o, practic permanent, de membru al Consiliului profesoral al facultăţii.

Ca îndrumător de colectiv în catedră şi în calitate de conducător de doctorat, din anul 1975, prof. dr. ing. Alexandru Poeată are merite deosebite în activitatea de formare a cadrelor tinere şi la conturarea unei adevărate şcoli ştiinţifice în domeniul reţelelor şi sistemelor electroenergetice, prin orientarea cercetării spre abordarea unor teme de interes prioritar pentru activitatea practică din electroenergetică ; aplicarea cercetării operaţionale în sistemele energetice, creşterea gradului de observabilitate şi controlabilitate a reţelelor electrice de distribuţie, ameliorarea indicatorilor de calitate ai energiei electrice, optimizarea nivelului pierderilor în reţelele electrice, compactizarea liniilor electrice aeriene etc. Cercetările efectuate sub îndrumarea competentă a prof. dr. ing. Alexandru Poeată s-a concretizat într-o serie de rezultate remarcabile valorificate în producţie, în peste 150 de lucrări ştiinţifice publicate în reviste de specialitate de largă circulaţie sau comunicate la simpozioane ştiinţifice naţionale şi la conferinţe internaţionale de energetică industrială. Este de subliniat şi faptul că din iniţiativa şi cu sprijinul prof. dr. ing. Alexandru Poeată s-a organizat la Iaşi primul simpozion naţional : „Optimizarea în dezvoltarea şi exploatarea instalaţiilor electroenergetice", manifestare ştiinţifică care s-a bucurat de un succes deosebit.

Recunoaşterea calităţilor şi competenţei profesionale manifestate de prof. dr. ing. Alexandru Poeată a determinat extinderea activităţii sale dincolo de perimetrul catedrei şi facultăţii, făcînd parte, de-a lungul anilor, din diverse organe şi comisii de specialitate la nivel central şi local. În prezent este membru al următoarelor organisme şi colective : consiliul tehnico-ştiinţific al RENEL, Comitetul Naţional Român al CIGRE, subcomisia „calitate şi fiabilitate" a secţiei de ştiinţe tehnice a Academiei Române, colegiul de redacţie al revistei „Energetica", membru de onoare al SOCER — Craiova şi altele.

Din luna octombrie 1990 prof. dr. ing. Alexandru Poeată este profesor consultant la aceeaşi catedră, desfăşurînd în continuare o susţinută activitate de cercetare şi de îndrumare a doctoranzilor, precum şi unele activităţi didactice.

La aniversarea celor 70 de ani de viaţă şi a peste 40 de ani de activitate neobosită, depusă cu abnegaţie şi spirit de sacrificiu în slujba şcolii, colectivul Catedrei de Energetică îi este profund recunoscător profesorului dr. ing. Alexandru Poeată şi îi urează din inimă la mulţi ani şi noi succese pe cales creşterii prestigiului învăţământului românesc de electroenergetică.

Catedra de Energetică a Universităţii Tehnice „Gh. Asachi" Iaşi
Şef catedră, prof. dr. ing. DUMITRU IVAS

Colegiul de redacţie al revistei Energetica se asociază urărilor de sănătate şi succes adresate d-lui prof. dr. ing. Alexandru Poeată şi-i doreşte încă mulţi ani de activitate spre binele energeticii româneşti.

NICOLAE CARANFIL

100 de la naștere

Se împlinește în acest an (1993) un secol de la nașterea lui NICOLAE CARANFIL, personalitate excepțională în intelectualitatea României din perioada interbelică.

Ținut în umbră timp de aproape 40 ani, avînd în vedere realizările sale în multe direcții este cazul să fie readus în atenția noastră spre a-i face un loc demn între oamenii cu contribuții importante la dezvoltarea țării și spre a servi ca model, îndeosebi pentru tineretul de azi.

NICOLAE CARANFIL s-a născut în orașul Galați ; tatăl era inginer, iar mama casnică. A fost căsătorit cu Eufrosina Rădulescu, nepoata directă a marelui cărturar Ion Eliade Rădulescu, și a avut un copil, Andrei, care trăiește în SUA.

Și-a început pregătirea intelectuală la Galați, urmînd liceul Vasile Alecsandri ; apoi s-a decis pentru profesiunea de inginer și a urmat și a obținut diploma de inginer civil la Ecole de Génie Civile a Universității din Dand. A urmat cursuri postuniversitare la Cambridge și a făcut o scurtă călătorie de studii în SUA. În 1916 a fost mobilizat într-o unitate combatantă. După război a activat în industria electrotehnică incipientă în România.

În anul 1930 a primit conducerea a două întreprinderi dependente de primăria municipiului București : Societatea Generală de Gaz și de Electricitate—SGGE și Uzinele Comunale București—UCB. Populația și întinderea capitalei crescuseră mult, dar dotările urbanistice-edilitare rămaseră în urmă. În aceste condiții era necesar ca cele două întreprinderi să desfășoare activități intense, pentru a recupera întîrzierile și a anticipa necesitățile viitorului. Nicolae Caranfil și-a luat această sarcină.

În cadrul SGGE, în cele două sectoare de activitate (alimentare cu energie electrică și cu gaze) realizările au fost foarte importante. De exemplu :

● În sectorul alimentării cu energie electrică :

— extinderea și modernizarea centralei diesel electrice Filaret și a centralei termoelectrice Grozăvești pe care le-a adus la parametri care depășeau nivelul european de atunci : grupuri diesel electrice de 9000 CP, grup cu turbină cu gaze naturale, ciclu termodinamic la parametri înalți ai abur ului, erau pe vremea aceea noutăți deosebite ;

— studii și cercetări unic în țară pentru realizarea unui mare lac de acumulare în amonte de CHE Dobrești (preluată de SGGE de la grupul finanțator). Soluția nu s-a finalizat, în schimb a început studiul pentru o mare CHE pe Argeș, care s-a realizat după 1950.

● În sectorul gazelor combustibile :

— s-au executat instalațiile de transport și distribuție, care au permis alimentarea cu gaze naturale a capitalei. Lucrările s-au efectuat în două etape :

— etapa I prin preluarea zăcămintelor din regiunea Ploiești ;

— etapa II prin preluarea zăcămintelor din regiunea Transilvania.

Realizarea a fost de mari proporții și a asigurat folosirea de către întreaga populație a capitalei a acestui combustibil ideal.

În cadrul UCB realizările au fost de asemenea mari. În sectorul alimentării cu apă potabilă, necesarul de apă ajunsese la limita capacității ; ca urmare Nicolae Caranfil a manifestat o preocupare deosebită pentru a obține o nouă sursă, folosind apa rîului Argeș. Instalațiile principale au constatat din : captare, canal de aducere pînă în comuna Roșu, instalații de filtrare și de pompare prin conducte. O parte din apa brută era destinată și altor utilizări.

— Extinderea canalizării necesare în zonele de dezvoltare a orașului a impus soluții tehnice noi, datorită în principal nivelurilor terenurilor acelor zone.

— Salubritatea, bazată în trecut pe transportul în cotigi deschise trase de cai, a fost modernizată prin introducerea de autovehicule speciale.

Toate realizările menționate erau considerate de Nicolae Caranfil dotări strict necesare unei capitale moderne.

El a luat măsuri pentru corectarea unor stări necorespunzătoare ale unor zone ale capitalei, în special datorită rîului Colentina, curs de apă care pe vremea aceea era mai mult stagnantă. Orașul, în extindere continuă, ajunsese spre nord-est și nord-vest în apropiere de întinsa

regiune insulară de mlaștini creată de acest rîu. Asanarea regiunii a fost realizată printr-o amenajare de mari proporții, pe o zonă în lungime de circa 60 km între rîul Ialomița și rîul Dîmbovița, care a constat din transformarea mlaștinilor în lacuri de apă sănătoasă, printr-un aport de apă curată din rîul Ialomița, care apoi este deversată în rîul Dîmbovița. Astfel, pe o mare suprafață s-a creat cea mai agreabilă zonă a Capitalei.

Reușita acestei importante lucrări l-a îndemnat pe Nicolae Caranfil să încerce să concretizeze concepția sa că între orașe și zonele rurale aferente trebuie să fie stabilite conexiuni și ca urmare a determinat acțiuni de asanare și de electrificare în Muntenia, spre a ridica nivelul regiunii între ,,munți și Dunăre''; această acțiune continuată ar fi condus la electrificarea întregii Muntenii în scurt timp.

Înfăptuirea cu succes a obiectivelor menționate i-au adus lui Nicolae Caranfil renumele de ,,realizator'' și de aceea a fost chemat să îndeplinească și alte funcțiuni, la care se cerea îndeosebi organizare de începuturi sau depășiri de situații dificile.

Între acestea a fost și aceea de cel dintîi ministru al aerului și marinei.

Nicolae Caranfil nu a fost numai inginer și manager, ci și o personalitate cu concepții economice și sociale la nivel național, pe care le-a susținut prin expuneri orale și scrise.

În problemele sociale a acționat în cadrul celor două întreprinderi SGGE și UCB printr-o serie de măsuri dintre care menționăm:

— organizarea unui variat sistem de protecție socială (serviciu medical, pensii de bătrînețe și invaliditate, Casa de Credit, Economie și Ajutor, realizarea unui cartier de locuințe, ajutoare variate pentru copii, colonii de vară, contribuții la cumpărarea cărților de școală etc.);

— înlesniri pentru ridicarea nivelului profesional.

În timpul războiului Nicolae Caranfil a decis să editeze un periodic care să privească în viitor problemele principale tehnoenergetice ale României, fără a face parte din vreun partid politic. Sub numele **Tehnica și viața**, revista a avut un caracter interdisciplinar și a desfășurat o activitate intensă de analiză a stărilor din variate domenii de activitate, cu soluții de perspectivă. Editorialul, al cărui autor obișnuit era Nicolae Caranfil, puncta evenimentele de actualitate și deducea curajos efectele lor.

După 1944 el spera ,,*să restituie la noi o circulație a ideilor universale, o lămurire a principiilor ce vor domina lumea de mîine*'', dar nu a fost așa. De aceea periodicul a trebuit să-și înceteze apariția în 1945; cei care l-au cunoscut au păstrat amintirea unei reviste deosebite ca fond și prezentare.

Personalitatea lui Nicolae Caranfil, care a desfășurat în curs de 15 ani o activitate variată cu rezultate excepționale, este remarcabilă și putem spune că face parte din marile figuri ale energeticienilor români.

Fără motiv, la 25 noiembrie 1944, în timp ce reprezenta țara, trimis de guvern, la o conferință internațională a fost demis din funcțiile sale.

A trăit departe de țara la care ținea mult; a decedat la 22.04.1978 și este înmormîntat la New York.

PAUL CARTIANU

Cuprinsul general al revistei Energetica, seriile A și B, pe anul 1993

EDITORIAL : nr. 2A, p. 55; nr. 2B, p. 55; nr. 3A, p. 99; nr. 3B, p. 103 —104 ; nr. 4A, p. 147 ; nr. 4B, p. 151 —152 ; nr. 5A, p. 191 —192 ; nr. 5B, p. 199.

I. ORIENTĂRI IN ENERGETICĂ

1. Aureliu Leca : Direcții de dezvoltare a energeticii românești în perioada de tranziție la economia de piață, nr. 1A, p. 6 —11
2. Vasile Nitu : Conceptul de fiabilitate în energetică, nr. 1A, p. 33 —39
3. Klaus Brendow : Reforme energetice în Europa Centrală și de Est, nr. 1B, 7 —14.
4. Victor Vaida : Producerea și distribuția energiei în România. Tendințe și greutăți (în lb. engleză) nr. 1B, p. 15 —22.
5. Pavel Buhuș, Daniela Scripcariu, Gheorghe Comănescu : Moduri de amortizare a investițiilor în corelație cu nivelurile tarifelor energiei electrice, nr. 1B, p. 23 —24.
6. Ion Conecini : Cooperarea internațională în sectorul electric, nr. 2B, p. 74 —81.
7. Bernard Laponche : Consumul de energie în țările Europei de Est (bilingv : fr —rom), nr. 3B, p. 105 —122.
8. Aureliu Leca : Strategii posibile în energetica românească, nr. 6A —6B, p. 16—21
9. Anca Popescu, Floarea Breazu, Anton Vlădescu, Emil Pop, Chirichița Chirilă : Strategia acoperirii consumului de energie electrică și termică în strînsă corelare cu resursele energetice ale României, nr. 6A —6B, p. 22—27
10. Aureliu Leca, Gheorghe Indre, Petru Iftimie : Eficiența energetică obiectiv prioritar al producătorilor și consumatorilor de energie nr. 6A —6B, p. 28—37
11. Gleb Drăgan : Considerații asupra funcționării și conducerii unui sistem energetic, nr. 6A —6B, p. 38—41

II. ENERGETICA IN UNITĂȚI ECONOMICE

1. Paul Dinculescu : Proiectarea instalațiilor de iluminat interior folosind tabele precalculate, nr. 3B, p. 123 —127
2. Cornelia Ionescu, Iulian Floricel : Posibilități de studiere a regimurilor de funcționare ale unor instalații de încălzire inductivă folosind metode numerice, nr. 4B, p. 153 —166

III. DEZVOLTAREA SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

1. Mircea Eremia, Constantin Bulac, Cristian Scarlat : Metode directe pentru studiul stabilității tranzitorii a sistemelor electroenergetice, nr. 1B, p. 25 —31.
2. Alexandru Selischi, Dumitru Cezar Ionescu, Basarab Cuzun, Gabriela Dedu, Sorin Calotă, Adrian Lungu, Anatoli Paul Ulmeanu : Considerații privind inițierea aprinderii cablurilor electrice de joasă tensiune în regim de scurtcircuit, nr. 1B, p. 32 —37
3. Manfred Stein, Dan Atanasiu, Dumitru Cezar Ionescu : Posibilități de simplificare a unor modele de calcul al fiabilității schemelor tehnologice, nr. 4A, p. 148 —153.

IV. CONDUCEREA ȘI AUTOMATICA SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

1. Flavius Dan Șurianu : Experiment și simularea numerică de insularizare în sistemul electroenergetic a combinatului siderurgic Hunedoara, nr. 2B, p. 82 —86
2. Mircea Eremia, Mihai Sănduleac : Introducerea sistemelor expert — aspecte generale, nr. 5B, p. 200 —215
3. Mihai Moga, Liviu Varșandan : Contribuții privind realizarea unor sisteme expert pentru operațiunile de reconfigurare a rețelelor electrice de distribuție, nr. 5B, p. 216 —222
4. Virgil Mușatescu, Mihail Popescu, Ilie Prisecaru : Sistem expert pentru diagnoza condensatorului grupului DSL — 50, nr. 5B, p. 223 —227
5. Mihai Sănduleac, Mălina Iftimie, Marius Iftimie : Rețele neuronale „feed-forward" și Kohonen. Soluții de implementare și studii de comportament, nr. 5B, p. 228 —236.
6. Alain Germond : Rețele de neuroni artificiali pentru rețele electrice (Reseaux de neurones artificiels pour des reseaux electriques), nr. 6A —6B, p. 4—15

V. CENTRALE TERMOELECTRICE

1. Nicolae Niculescu : Probleme actuale ale termoficării în România, nr. 1A, p. 21 —28.
2. Stoian Petrescu, George Stănescu, Roxana Iordache : Studiul pendulelor termodinamice reversibile în ipoteza micilor oscilații, nr. 2A, p. 66 —70
3. Stoian Petrescu, George Stănescu, Roxana Iordache, Ruxandra Ceciu, Roxana Dinu : Pendulul termodinamic adiabat reversibil și ireversibil în ipoteza marilor oscilații, nr. 3A, p. 116 —122
4. Ion Ioniță, Stama Sotri : Păcura 300/50 S și Standardul de Stat 51 —83, nr. 3A, p. 123 —128.
5. Vasile Stroia : Inlocuirea tamburului la CET Borzești-cazan 4, nr. 3A, p. 129 —131
6. Nicolae Pănoiu, Lucian Mihăescu, Tudor Prisecaru, Mălina Prisecaru : Recircularea externă a gazelor de ardere — factor important în reducerea primară a oxizilor de azot (cu aplicații la combustibilii lichizi), nr. 4A, p. 154 — 159
7. Constantin Neaga, Ionel Pîșa : Formarea monoxidului din azotul din combustibil în procesul de ardere a cărbunelui pulverizat, nr. 5A, p. 193 —215
8. Gabriel Romașcu, Dumitru Drăgușin : Determinarea variației presiunii în aspirația pompelor de alimentare la delanșarea turbinei, nr. 5A, p. 206 —211
9. Nicolae Pănoiu, Lucian Mihăescu : Posibilități de folosire a huilei energetice drept combustibil de complementare în Sistemul Energetic Național, nr. 6A —6B, p. 42—49
10. Sotir Dumitrescu, Victor Athanasovici : Analiza eficienței termodinamice a termoficării cu ajutorul metodei ciclurilor echivalente Carnot, nr. 6A —6B. p. 50—60

VI. CENTRALE HIDROELECTRICE

1. Bardan Grigore, Dan Andrei : Probleme actuale privind dezvoltarea centralelor hidroelectrice, nr. 3A, p. 101 — 109
2. Eugen Constantin Gh. Isbășoiu, Sanda Carmen Georgescu : Contribuții la îmbunătățirea sistemului de răcire a hidrogeneratoarelor, 5A, p. 212 —213

VII. CENTRALE NUCLEAROELECTRICE

1. Hans Blix : Situația actuală a energiei nuclearoelectrice, (bilingv : rom.-engl.) nr. 1A, p. 12 — 20
2. Nicolae Dănilă, Gabriel Romașcu, Dumitru Drăgușin : Determinarea variației presiunii în degazor la declan-

șarea turbinei la unitatea CANDU 700, nr. 2A, p. 56 — 61
3. Florin Glodeanu, Teodor Chirica, Iosif Bilegan : Aspecte generale privind energia nucleară și opinia publică în România, nr. 2A, p. 62 — 65
4. Constantin Brătianu : Evaluarea incidentelor și accidentelor nucleare, nr. 3A, p. 110 — 115
5. Nicolae Grosu, Paul Rașcu : Aportul ISPE la proiectarea unor obiective cu caracter nuclear în România, nr. 4A, p. 160 — 168

VIII. REȚELE ELECTRICE

1. Claude Gary : Efectele biologice ale cimpului magnetic din punctul de vedere al specialistului electrician (bilingv : rom.-fr.), nr. 2B, p. 56 — 68
2. Nicolae Golovanov, Adriana Trușcă : Protecția stațiilor electrice contra loviturilor directe de trăsnet, nr. 2B, p. 69 — 73
3. Romulus Sfichi : Aspecte, precizări și comentarii privind calculul de dimensionare a filtrelor de absorbție de armonici superioare în condițiile nedepășirii sarcinilor admisibile în regim de durată a condensatoarelor, nr. 2B, p. 87 — 92
4. Laurențiu Miron Goia : Experiența românească privind comportarea în exploatare a liniei electrice aeriene de înaltă tensiune, nr. 3B, p. 128 — 134
5. Romulus Sfichi : Aspecte și precizări privind transformarea unor baterii de condensatoare pentru compensarea puterii reactive inductive în filtre de refulare pentru atenuarea efectelor regimului deformant, nr. 3B, p. 135 — 140
6. Dorin Cristescu, Radu Rusan : Impactul liniilor electrice aeriene asupra mediului înconjurător, nr. 4B, p. 167—175
7. Teodor Mihai Erhan, Victor Bîrlădeanu, Elena Erhan : Curenții de scurtcircuit. Variația și influența lor în sistemele electroenergetice, nr. 4B, p. 176 — 179
8. Corneliu Velicescu : Determinarea continuității în alimentarea cu energie electrică în sistemele interconectate, nr. 4B, p. 180 — 183
9. Dumitru Manea : Politica tarifară în România, nr. 6A —6B, p. 61—71
10. Amvrozie Itoafă, Mihaela Dincă-Panaitescu, Ana Marie Petrescu, Florentina Mihăilescu, Rodica Blahoianu : Aspecte actuale în activitatea de planificare a rețelelor electrice, nr. 6A — 6B, p. 72—75

IX. ALIMENTARE CU CĂLDURĂ

1. Nicolae Leonăchescu : Viteze și accelerații de interacțiune în termodinamică, nr. 1A, p. 29 — 32
2. Nicolae Leonăchescu : Calculul fluxului termic generat de un sistem de încălzire prin planșeu, nr. 2A, p. 71 — 74
3. Vladimir Stoenescu : Ciclul triunghiular bifazic — o soluție pentru recuperarea căldurii de joasă temperatură, nr. 3A, p. 132 — 136
4. Laurențiu Ghioca, Liviu Panait, Silvia Pressel, Gabriela Prutu : Condițiile tehnice și economice de rentabilizare a unor centrale termice și de termoficare mici, din cadrul RENEL, nr. 5A, p. 214 — 223

X. SURSE ȘI TEHNOLOGII NOI

1. Constantin Popescu : Surse alternative neconvenționale — strategii și perspective, nr. 4A, p. 169 — 172

XII. PROTECȚIA MEDIULUI

1. Eleonora Ataman : Considerații asupra reducerii poluării cu NOx, nr. 2A, p. 75 — 78
2. Ioana Ionel, Cornel Ungureanu : Denoxarea gazelor de ardere folosind procedeul SNCR (Selective Non Catalytic Reduction) cu injecție de uree, nr. 6A — 6B, p. 76—80

XV. ISTORIA ELECTRIFICĂRII

1. Tașcu Satrapeli : 95 de ani de existență de la primele utilizări ale electricității în orașul Constanța, nr. 1B, p. 45 — 46
2. Alexandru Mihăilă : 50 de ani de energetică nucleară, nr. 2A, p. 65
3. Gleb Drăgan : Aniversare, nr. 2B, p. 98
4. Ion Conecini : Triplă aniversare a Filialei de Rețele Electrice București, nr. 3B, p. 141 — 142
5. Paul Cartianu, Dumitru Ceapîru, Valeriu Ciofu, Gheorghe Panaitescu : Din istoria învățămîntului ingineresc în România. 80 de ani de la înființarea învățămîntului electrotehnic universitar, nr. 3B, p. 143 — 144
6. Paul Cartianu : 50 de ani de la începuturile lucrărilor pentru aducerea gazelor naturale în București, nr. 4A, p. 181 — 182
7. Paul Cartianu : Jumătate de secol de la apariția revistei ,,Tehnica și viața", nr. 4A, p. 183

XVI. MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. Radu Nicolae : Consfătuire RENEL pe tema ,,Automatizarea și informatizarea de proces în sistemul energetic național, Tg. Jiu, 27 — 28 mai 1992", nr. 1A, p. 40
2. Jean Constantinescu : Resurse energetice. Conservarea energiei și a mediului (raportul secției a III-a la CNE 1992), nr. 1A, p. 41 — 50
3. Mircea Eremia, George Manolescu : Transportul și distribuția energiei electrice — noi tendințe și concepte, criterii de proiectare, stabilitatea sistemelor, dezvoltarea de noi echipamente și materiale (raportul secției a II-a la Conferința Națională de Energetică, Neptun, 1992) nr. 1B, p. 38 — 43
4. Vasile Nitu : Al II-lea Simpozion internațional ,,Sistemul mondial de energie", Budapesta, oct. 1992, nr. 1B, p. 44 — 45
5. Cornelia Elena Ivașcu : Simpozionul ,,Siguranța în funcționare a instalațiilor energetice", ediția a XII-a, Timișoara 28 — 29 oct. 1992, nr. 2A, p. 84 — 86
6. xxx Manifestări tehnico-științifice interne pe anul 1993 organizate de RENEL, nr. 2A, p. 87 — 88
7. Virgil Alexandrescu, Dumitru Ivas : Simpozionul ,,Tehnici noi de conducere a rețelelor de distribuție" Iași, oct. 1992, nr. 2B, p. 93
8. Gleb Drăgan : Utilizarea eficientă a resurselor energetice, nr. 2B, p. 86
9. Vladimir Constantinescu, Gabriel Romașcu : A doua sesiune a Comitetului pentru Energie din cadrul Comisiei Economice ONU pentru Europa, nr. 3A, p. 137 — 139
10. Gleb Drăgan : Programul manifestărilor tehnico-științifice organizate de Societatea Română de Energetică din cadrul AGIR în anul 1993, nr. 3A, p. 122
11. George Manolescu : Atelierul internațional al Comisiei Energetice Europene — ONU privind ,,Relațiile furnizor-consumator de energie electrică", nr. 3B, p. 144 — 145
12. Laurențiu Goia : Simpozionul ,,Automatizarea distribuției (DA) și reglajul sarcinii la consumatori (DSM)", nr. 3B, p. 146
13. Gleb Drăgan : Masa rotundă ,,Energia și confortul", nr. 4A, p. 153
14. Liviu Măgureanu : Simpozionul româno-german, nr. 4B, p. 188
15. Jean Constantinescu : Puncte de vedere și tendințe manifestate în cadrul conferinței ,,Către o politică energetică durabilă în Europa", nr. 4B, p. 189 — 193
16. Constantin Ostap : Înființarea asociației ,,Tehnică și umanism", nr. 4B, p. 176, 179

17. Dumitru Cezar Ionescu : Siguranță, fiabilitate, strategii de asigurare a calității (raportul secției a IV-a la Conferința Națională de Energetică, Neptun 1992), nr. 5A, p. 224 — 229
18. Eugeniu Pavel : Aniversarea revistei Energetica, nr. 6A—6B, p. 88—92
19. Gleb Drăgan, Costin Rucăreanu : Congresul a XVIII-lea al Academiei Româno-Americane de Științe și Arte, nr. 6A — 6B, p. 93—94
20. Ovidiu Țuțuianu : Preocupări în unele țări din Asia privind utilizarea cenușilor de termocentrală. Concluziile mesei rotunde cu tema „Valorificarea cenușilor de termocentrală", nr. 6A — 6B, p. 94—99

XVII. DE REBUS ET DE INSTITUTIONS

1. Anton Roșu : Despre Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD) și Agenția Internațională a Energiei (IEA), nr. 2A, p. 89
2. Vladimir Constantinescu, Gabriel Romașcu : Prezentarea programului ENERG Efficiency 2000, nr. 2A, p. 90 — 91
3. Victor Vaida, Dumitru Manea : Activitatea RENEL în cadrul UNIPEDE, nr. 5A, p. 230 — 238

XVIII. DIN ENERGETICA ROMÂNEASCĂ

1. xxx Energia eoliană în actualitatea românească, nr. 2A, p. 61

XIX. DIN ENERGETICA MONDIALĂ

1. xxx Electricitatea : eficiență și productivitate — concurs internațional, nr. 1B, p. 47
2. nr. 3A, p. 128, 131, 142
3. nr. 3B, p. 124
4. Eugeniu Pavel : Moratoriul guvernului italian din 1987 are efecte negative asupra energeticii italiene, nr. 4A, p. 184
5. Mircea Eremia, Mihai Sănduleac, Eugeniu Pavel : Preocupările CIGRE în domeniul utilizării inteligenței artificiale, nr. 5B, p. 239 — 240
6. Costin Moțoiu : Date și comparații — o întreprindere de electricitate performantă — ESKOM, nr. 5B, p. 241 — 242
7. xxx CESI ne informează, nr. 6A — 6B, p. 75

XX. DE PERSONIS

1. xxx Andrei Călin Mihăileanu a împlinit 70 de ani, nr. 2B, p. 92 — 93
2. xxx Ioan Herescu, nr. 2B, p. 92
3. Gleb Drăgan despre prof. ing. Ion I. Inculeț, nr. 2B, p. 96
4. Călin Mihăileanu : Yves Porcheron, nr. 2B, p. 97
5. xxx | Radu Iorgulescu |, nr. 4B, p. 194
6. Paul Cartianu : Nicolae Caranfil — 100 de ani de la naștere, nr. 6A — 6B, p. 101—102

XXI. RECENZII

1. Victor Mihăilescu : Mihai Constantinescu „Baraje de greutate din beton", Ed. Tehnică, nr. 1992, nr. 2A, p. 86
2. Vasile Nitu : Renauld Guiguel „Introduction aux problèmes énergetiques globaux", Paris, 1992, nr. 2B, p. 95 — 96
3. Viorel Bădescu : Al doilea Congres Mondial privind Energiile regenerabile, nr. 3A, p. 141
4. Petru Postolache : Gleb Drăgan „Supratensiuni atmosferice în instalații electroenergetice", nr. 5B, p. 244
5. Eugeniu Pavel : Starea națiunilor, nr. 6A — 6B, p. 81—88

XXII. PRIMIM DE LA :

1. Forum für Zukunftsenergien Ev., nr. 1B, p. 49
2. Asociația Tehnică pentru Eficiență Energetică în România (ATEER), nr. 2A, p. 82 — 83, nr. 2B, p. 94
3. Serviciul Relații cu Publicul — RENEL, nr. 3A, p. 142
4. Comitetul Membru Român al Consiliului Mondial al Energiei nr. 4A, p. 175 — 180

XXIII. OPINII

1. Romulus Sfichi : Definirea manifestărilor tehnico-științifice în procesul informării documentare de specialitate, nr. 4A, p. 173 — 174
2. Petre Ungureanu : Puncte de vedere în legătură cu congrese și conferințe internaționale cu profil energetic (cu comentariile d-lui dr. ing. Călin Mihăileanu) nr. 4B, p. 184 — 187
3. Eugeniu Pavel : Pentru un muzeu tehnic național, nr. 6A — 6B, p. 21, 37

XXIV. CĂRȚI NOI

1. Cărți noi în editurile străine, nr. 1B, p. 48
2. Paul Cartianu : Contribuții românești într-o publicație străină pentru istoria electricității, nr. 4B, p. 166

Index alfabetic al autorilor articolelor publicate în revista Energetica, seriile A și B, pe anul 1993

Alexandru Virgil, nr. 2B, p. 93 (XVI. 7)
Atanasiu Dan, nr. 4A, p. 148 (III. 3)
Andrei Dan, nr. 3A, p. 101 (VI. 1)
Ataman Eleonora, nr. 2A, p. 75 (XII, 1)
Athanasovici Victor, nr. 6A — 6B, p. 50 (V. 10)

Bardan Grigore, nr. 3A, p. 101 (VI. 1)
Bădescu Viorel, nr. 3A, p. 141 (XXI, 3)
Bilegan Iosif, nr. 2A, p. 62 (VII. 3)
Bîrlădeanu Victor, nr. 4B, p. 176 (VIII. 7)
Blahoianu Rodica, nr. 6A — 6B, p. 72 (VIII. 10)
Blix Hans, nr. 1A, p. 12 (VII. 1)
Breazu Floarea, nr. 6A — 6B, p. 22 (I. 9)
Brătianu Constantin, nr. 3A, p. 110 (VII. 4)
Brendow Klaus, nr. 1B, p. 7 (I. 3)
Buhuș Pavel, nr. 1B, p. 23 (I. 5)
Bulac Constantin, nr. 1B, p. 25 (III. 1)

Calotă Sorin, nr. 1B, p. 32 (III. 2)
Cartianu Paul, nr. 3B, p. 143 (XV. 5) ; nr. 4A, p. 181 (XV. 6) ; nr. 4A, p. 183 (XV. 7) ; nr. 4B, p. 166 (XXIV. 2), nr. 6A—6B, p. 101 (XX. 6) ;
Ceapîru Dumitru, nr. 3B, p. 143 (XV. 5)
Ceciu Ruxandra, nr. 3A, p. 116 (V. 3)
Chirica Teodor, nr. 2A, p. 62 (VII. 3)
Chirilă Chirichița, nr. 6A — 6B, p. 22 (I. 9)
Ciofu Valeriu, nr. 3B, p. 143 (XV. 5)
Comănescu Gheorghe, nr. 1B, p. 23 (I. 5)
Conecini Ion, nr. 2B, p. 74 (I. 6) ; nr. 3B, p. 141 (XV. 4)
Constantinescu Jean, nr. 2B, p. 55 (Ed.) ; nr. 1A, p. 41 (XVI. 2) ; nr. 4B, p. 189 (XVI. 15) ;
Constantinescu Vladimir, nr. 2A, p. 90 (XVII. 2) ; nr. 3A, p. 137 (XVI. 9)
Cristescu Dorin, nr. 4B, p. 176 (VIII. 6)
Cuzum Basarab, nr. 1B, p. 32 (III. 2)

Dedu Gabriela, nr. 1B, p. 32 (III. 2)
Dincă Panaitescu Mihael., nr. 6A — 6B, p. (VIII. 10)
Dinculescu Paul, nr. 3B, p. 123 (II. 1)
Dinu Roxana, nr. 3A, p. 116 (V. 3)
Dănilă Nicolae, nr. 2A, p. 56 (VII. 2)
Drăgan Gleb, nr. 2B, p. 86 (XVI. 8) ; nr. 2B, p. 98 (XV, 3) ; nr. 2B, p. 96 (XX. 3) ; nr. 3A, p. 122 (XVI, 10) ; nr. 4A, p. 153 (XVI, 13) ; nr. 6A — 6B, p. 38 (I. 11) ; nr. 6A — 6B, p. 93 (XVI. 19)
Drăgușin Dumitru, nr. 2A, p. 56 (VII. 2) ; nr. 5A, p. 206 (V. 8)
Dumitrescu Sofir, nr. 6A — 6B, p. 50 (V. 10)

Eremia Mircea, nr. 1B, p. 25 (III. 1) ; nr. 1B, p. 38 (XVI. 3) ; nr. 5B, p. 200 (IV. 2) ; nr. 5B, p. 239 (XIX. 5)
Erhan Elena, nr. 4B, p. 176 (VIII. 7)
Erhan Teodor Mihai, nr. 4B, p. 176 (VIII. 7)

Floricel Iulian, nr. 4B, p. 153 (II. 2)

Gary Claude, nr. 2B, p. 56 (VIII. 1)
Georgescu Sanda Carmen, nr. 5A, p. 212 (VI. 2)
Germond Alain, nr. 6A — 6B, p. 4 (IV. 6)
Ghioca Laurențiu, nr. 5A, p. 214 (IX. 4)
Glodeanu Florin, nr. 2A, p. 62 (VII. 3)
Goia Miron Laurențiu, nr. 3B, p. 128 (VIII. 4) ; nr. 3B, p. 146 (XVI. 12)
Golovanov Nicolae, nr. 2B, p. 69 (VIII. 2)
Grosu Nicolae, nr. 4A, 160 (VII. 5)

Iftimie Mălina, nr. 5B, p. 228 (IV. 5)
Iftimie Marius, nr. 5B, p. 228 (IV. 5)
Iftimie Petru, nr. 6A — 6B, p. 28 (I. 10)
Indre Gheorghe, nr. 6A — 6B, p. 28 (I. 10)
Ionel Ioana, nr. 6A — 6B, p. 76 (XII. 2)
Ionescu Cornelia, nr. 4B, p. 153 (II. 2)
Ionescu Dumitru Cezar, u1. 1B, p. 32 (III. 2) ; nr. 2A, p. 55 (Ed.) ; nr. 4A. p. 148 (III. 3) ; nr. 5A, p. 224 (XVI. 17)
Ioniță Ion, nr. 3A, p. 123 (V. 4)
Iordache Roxana, nr. 2A, p. 66(V. 2) ; nr. 3A, p. 116(V. 3)
Isbășoiu Gh. Eugen Constantin, nr. 5A, p. 212 (VI. 2)
Itoafă Amvrozie, nr. 6A — 6B, p. 72 (VIII. 10)
Ivașcu Cornelia Elena, nr. 2A, p. 84 (XVI. 5)
Ivas Dumitru, nr. 2B, p. 93 (XVI. 7)

Laponche Bernard, nr. 3B, p. 105 (I. 7
Leca Aureliu, nr. 1A, p. 6 (I. 1) ; nr. 6A — 6B, p. 16 (I. 8) ; nr. 6A — 6B, p. 28 (I. 10)
Leonăchescu Nicolae, nr. 1A, p. 29 (IX. 1) ; nr. 2A, p. 74 (IX. 2)
Lungu Adrian, nr. 1B, p. 32 (III. 2)

Manea Dumitru; nr. 5A, p. 230 (XVII. 3) ; nr. 6A — 6B, p. 61 (VIII. 9)
Manolescu George, nr. 1B, p. 38 (XVI. 3) ; nr. 3B, p. 144 (XVI. 11)
Măgureanu Liviu, nr. 4B, p. 188 (XVI. 14)
Mihăescu Lucian, nr. 4A, p. 154 (V. 6) ; nr. 6A — 6B, p. 42 (V. 9)
Mihăilă Alexandru, nr. 2A, p. 65 (XV. 2)
Mihăileanu Călin, nr. 2B, p. 97 (XX. 4)
Mihăilescu Florentina nr. 6A — 6B, p. 72 (VIII. 10)
Mihăilescu Victor, nr. 2A, p. 86 (XXI. 1)
Moga Mihai, nr. 5B, p. 216 (IV. 3)
Moțoiu Costin, nr. 5B, p. 241 (XIX. 6)
Mușatescu Virgil, nr. 5B, p. 223 (IV. 4)

Neaga Constantin, nr. 5A, p. 193 (V. 7)
Niculescu Nicolae, nr. 1A, p. 21 (V. 1) ; nr. 3A, p. 99 (Ed.)
Nitu Vasile, nr. 1A, p. 33 (I. 2) ; nr. 1B, p. 44 (XVI, 4) ; nr. 2B, p. 95 (XXI. 2)

Ostap Constantin, nr. 4B, p. 176 (XVI. 16)

Panait Liviu, nr. 5A, p. 214 (IX. 4)
Panaitescu Gheorghe, nr. 3B, p. 143 (XV. 5)
Pavel Eugeniu, nr. 4A, p. 147 (Ed.) ; nr. 4A, p. 184 (XIX. 4) ; nr. 4B, p. 151 (Ed.) ; nr. 5A, p. 191 (Ed.) ; 5B, p. 199 (Ed.) ; nr. 5B, p. 239 (XIX. 5) ; nr. 6A — 6B, p. 81 (XXI. 5) ; nr. 6A—6B,p. 88(XVI. 18) ; nr. 6A—6B, p. 21 (XXIII. 3)
Pănoiu Nicolae, nr. 4A, p. 154 (V. 6) ; nr. 6A — 6B, p. 42 (V. 9)
Petrescu Ana Maria, nr. 6A — 6B, p. 72 (VIII. 10) ;
Petrescu Stoian, nr. 2A, p. 66 (V. 2) ; 3A, p. 116 (V. 3)
Pop Emil, nr. 6A — 6B, p. 22 (I. 9)
Popescu Anca, nr. 6A — 6B, p. 22 (I. 9)
Popescu Constantin nr. 44, p. 169 (X. 1)
Popescu Gabriel, nr. 3B, p. 103 (Ed.)
Popescu Mihail, nr. 5B, p. 223 (IV. 4)
Postolache Petru, nr. 5B, p. 244 (XXI. 4)
Pressel Silvia, nr. 5A, p. 214 (IX. 4)
Prisecaru Ilie, nr. 5B, p. 223 (IV. 4)
Prisecaru Mălina, nr. 4A, p. 154 (V. 6)
Prisecaru Tudor, nr. 4A, p. 154 (V. 6)
Prutu Gabriela, nr. 5A, p. 214 (IX. 4)

Radu Nicolae, nr. 1A, p. 40 (XVI. 1)
Rașcu Paul Emil, nr. 4A, p. 160 (VII. 5)
Romașcu Gabriel, nr. 2A, p. 56 (VII. 2) ; nr. 2A, p. 90 (XVII. 2) ; nr. 3A, p. 137 (XVI. 9) ; nr. 5A, p. 206 (V. 8)
Roșu Anton, nr. 2A, p. 89 (XVII. 1)
Rucăreanu Costin, nr. 6A — 6B, p. 83 (XVI. 19)
Rusan Radu, nr. 4B, p. 167 (VIII. 6)

Satrapeli Tașcu, nr. 1B, p. 45 (XV. 1)
Sănduleaç Mihai, nr. 5B, p. 200 (IV. 2) ; nr. 5B, p. 228 (IV. 5) ; nr. 5B, p. 239 (XIX. 5)
Scarlat Cristian, nr. 1B, p. 25 (III. 1)
Scripcariu Daniela, nr. 1B, p. 23 (I. 5)
Selischi Alexandru, nr. 1B, p. 32 (III. 2)
Sfichi Romulus, nr. 2B, p. 87 (VIII. 3) ; nr. 3B, p. 135 (VIII. 5) ; nr. 4A, p. 173 (XXIII. 1)
Sotri Stama, nr. 3A, p. 123 (V. 4)
Stănescu George, nr. 2A, p. 66 (V. 2) ; 3A, p. 116 (V. 3)
Stein Manfred, nr. 4A, p. 148 (III. 3)
Stoenescu Vladimir, nr. 3A, p. 132 (IX. 3)
Stroia Vasile, nr. 3A, p. 129 (V. 5)

Șurianu Flavius Dan, nr. 2B, p. 82 (IV. 1)

Trușcă Adriana, nr. 2B, p. 69 (VIII. 2)

Țuțuianu Ovidiu, nr. 6A — 6B, p. 91 (XVI. 20)

Ulmeanu Anatoli, nr. 1B, p. 32 (III. 2)
Ungureanu Cornel, nr. 6A — 6B, p. 76 (XII. 2)
Ungureanu Petre, nr. 4B, p. 184 (XXIII. 2)

Vaida Victor, nr. 1B, p. 15 (I. 4) ; nr. 5A, p. 230 (XVII. 3)
Varșandan Liviu, nr. 5B, p. 216 (IV. 3)
Velicescu Cornel, nr. 4B, p. 180 (VIII. 8)
Vlădescu Anton, nr. 6A — 6B, p. 22 (I. 9)

CONTENTS

CONTROL AND AUTOMATION OF THE ELECTROENERGY SYSTEM

ALAIN GERMOND : Artificial neurone networks for the electric networks 4—15

TRENDS IN ENERGETICS

AURELIU LECA : Possible Strategies in Romanian Energetics 16—21

ANCA POPESCU, FLOAREA BREAZU, ANTON VLĂDESCU, EMIL POP, CHIRICHIȚA CHIRILĂ : The Strategy of Covering in the Future the Electric and Thermal Energy Consumption Correlated with the Romanian Energy Resources 22—27

AURELIU LECA, GHEORGHE INDRE, PETRU IFTIMIE : Energy Efficiency — Priority Obiective of the Energy Producers and Consumers 28—37

GLEB DRĂGAN : Consideration on the Energy System Operation and Control 38—41

THERMOPOWER PLANTS

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU : Possibilities of Using the Energy Pit Coal as a Make — Up Fuel in the National Energy System (SEN) 42—49

ION SOTIR DUMITRESCU, VICTOR ATHANASOVICI : Analysis of the District Heating Thermodynamic Efficiency by means of the Method ,,Carnot equivalent Cycles'' 50—60

ELECTRIC NETWORKS

DUMITRU MANEA : Tariff Policy in Romania (bilinguist) 61—71

AMVROZIE ITOAFĂ, MIHAELA DINCĂ PANAITESCU, ANA MARIE PETRESCU, FLORENTINA MIHĂILESCU, RODICA BLAHOIANU : Present Aspects in the Planning Activity of Electric Networks 72—75

ENVIRONMENTAL POLLUTION

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU : Noxes Elimination/Reduction from the Flue Gases by Using the Procedure : ,,Selective Non Catalytic Reduction — SNCR with Urea Injection 76—80

REVIEW

EUGENIU PAVEL : Conditions of Nations 81—88

TECHNICAL AND SCIENTIFICAL EVENTS

xxx The Anniverssary of the ENERGETICA Review 88—92

GLEB DRĂGAN, COSTIN RUCĂREANU : The 18th Congress of the Romanian American Academy of Sciences and Arts 93—94

O VIDIU ȚUȚUIANU : Concerns of several Asian countries on using the thermal power station ashes. Conclusions of the round table having the topic : Best utilization of the thermal, power station ashes, Romania 94—99

OPINIONS

EUGENIU PAVEL : For a National Technical Museum. 21, 37

WORLWIDE ENERGETICS 75

DE PERSONIS 99—100

PAUL CARTIANU : Nicolae Caranfil — 100 Years frim the Birth 101—102

GENERAL CONTENTS OF THE ENERGETICA REVIEW, SERIES A AND B, FOR 1993 103—105

ALPHABETIC INDEX OF THE AUTHORS OF ARTICLES PUBLISHED BY THE ENERGETICA REVIEW 105—106

SOMMAIRE

CONDUITE ET AUTOMATION DES RESEAUX ELECTRIQUES

ALAIN GERMOND : Réseaux de neurones artificiels pour des réseaux électriques (en fracais et en roumain) 4—1

ORIENTATIONS EN ENERGETIQUE

AURELIU LECA : Stratégies possibles dans l'énergétique roumaine 16—21

ANCA POPESCU, FLOAREA BREAZU, ANTON VLĂDESCU, EMIL POP, CHIRICHIȚA CHIRILĂ : La stratégie de la couverture de la consommation d'énergie électrique et thermique en perspective en corrélation avec les ressources d'énergie de Roumanie 22—27

AURELIU LECA, GHEORGHE INDRE, PETRU IFTIMIE : L'efficience énergétique comme objectif prioritaire des fournisseurs et des consommateurs d'énergie 28—37

GLEB DRĂGAN : Cinsidérations sur le fonctionnement et la conduite d'un système d'énergie 38—41

CENTRALES THERMIQUES

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU : Possibilités d'utilisation de la houille énergétique comme combustible d'appoint dans le Système National d'Energie 42—49

ION SOTIR DUMITRESCU, VICTOR ATHANASOVICI : L'analyse de l'efficience dynamique de la cogénération à l'aide de la méthode des ,,cycles équivalents Carnot'' 50—60

RESEAUX ELECTRIQUES

DUMITRU MANEA : La politique tarifaire en Roumanie (en anglais et en roumain) 61—71

AMVROZIE ITOAFĂ, MIHAELA DINCĂ PANAITESCU, ANA MARIE PETRESCU, FLORENTINA MIHĂILESCU, RODICA BLAHOIANU : Aspects actuels de l'activite de plannification des réseaux électriques 72—75

ENVIRONNEMENT

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU : L'élimination ou la réduction des oxydes d'azote dans les fumées à l'aide du procédé de réduction non catalytique sélective avec injection d'urée 76—80

COMPTE RENDU

EUGENIU PAVEL : L'état des nations 81—88

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

*** L'anniversaire de la revue ENERGETICA 88—92

GLEB IPĂCAN, COSTIN RUCĂRFANU : Le XVIIIe Congrès de l'Académie Roumano-Américaine des Sciences et des Arts 93—94

OVIDIU ȚUȚUIANU Préoccupations de certains pays de l'Asie concernant l'utilisation des cendres des centrales thermiques. Les conclusions de la table ronde sur la ,,Valorisation des cendres des centrales thermiques'', Roumanie 94—99

OPINIONS

EUGENIU PAVEL : Pour un Musée Technique National 21, 37

L'ENERGIE DANS LE MONDE 75

DE PERSONIS 99—100

PAUL CARTIANU : Nicolae Caranfil — Centième anniversaire 101—102

SOMMAIRE GENERAL DE LA REVUE ENERGETICA, LES SERIES A ET B, EN 1993 103—105

INDEX ALPHABETIQUE DES AUTEURS DES ARTICLES PUBLIES DANS LA REVUE ENERGETICA, SERIES A ET B, EN 1993 105—106

INHALT

LEITUNG UND AUTOMATIK DES ELEKTROENERGETISCHEN SYSTEMS

ALAIN GERMONT : Kunstliche Neuronennetze fur Stromnetze (zweisprachig) 4—15

RICHTUNGEN IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

AURELIU LECA : Mogliche Strategien in der rumanischen Energiewirtschaft 16—21

ANCA POPESCU, FLOAREA BREAZU, ANTON VLĂDESCU, EMIL POP, CHIRICHIȚA CHIRILĂ : Zukunftige Strategie zur Deckung des Strom-und Warmverbrauchs in Beziehung zu den Energieresourcen Rumaniens 22—27

AURELIU LECA, GHEORGHE INDRE, PETRU IFTIMIE : Energieeffizienz, Hauptziel der Energiehersteller und —verbraucher 28—37

GLEB DRĂGAN : Bemerkungen betreffend Betrieb und Leitung eines Energiesystems 38—41

WÄRMEKRAFTWERKE

NICOLAE PĂNOIU, LUCIAN MIHĂESCU : Verwendungsmiglichkeiten der Steinkohle als Zusatzbrennstoff im Nationalen Energiesystem (SEN) 42—49

ION SOTIR DUMITRESCU, VICTOR ATHANASOVICI : Analyse der thermodynamischen Effizienz der Fernwärme mit Hilfe der Methode Aquivalente Zyklen Carnot 50—60

STROMNETZE

DUMITRU MANEA : Tarifpolitik in Rumanien (zweisprachig) 61—71

AMVROZIE ITOAFĂ, MIHAELA DINCĂ PANAITESCU, ANA MARIE PETRESCU, FLORENTINA MIHĂILESCU, RODICA BLAHOIANU : Gegenwartige Aspekte in der Planung der Stromnetze 72—75

UNWELTVERSCHMUTZUNG

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU : Beseitigung/Reduzierung des NOx aus den Abgasen mit Hilfe des,, Selective Non Catalytic Reduction'' — Vorgangs 76—80

REZENSION

EUGENIU PAVEL : Die Lage der Nationen 81—88

WISSENSCHAFTLICH — TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

*** Der Jahrestag der Zeitschrift ,,Energetica'' 88—92

GLEB DRĂGAN, COSTIN RUCĂREANU : Der XVIII. Kongress der Rumanisch-Amerikanischen Akademie fur Wisssenschaft und Kunst 93—94

OVIDIU ȚUȚUIANU : Beschafting einiger asiatischen Lander betreffend die Asche-Verwendung in Warmekraftwerken. Schlussfolgerungen eines Rund-Tisch-Gesprachs zum Thema ,,Asche-Verwendung im Wärme kraftwerk'', Rumanien 94—99

MEINUNGEN

EUGENIU PAVEL : Fur ein Nationales Museum der Technik 21, 37

AUS DER WELTENRGIEWIRTSCHAFT 75

DE PERSONIS 99—100

PAUL CARTIANU : Nicolae Caranfil — 100. Geburtstag 101—102

GESAMTER INHALT DER ZEITSCHRIFT ,,ENERGETICA'', SERIEN A UND B, ERSCHEINUNGSJAHR 1993 103—105

ALPHABETISCHE ABFUHRUNG DER AUTOREN, DEREN ARTIKEL IN DEN SERIEN A UND B DER ZEITSSCHRIFT ,,ENERGETICA'', 1993, ERSCHIENEN SIND 105—106

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

АЛЭН ЖЕРМОН: Сети искусственных нейтронов для электрических сетей 4—15

НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

АУРЕЛЮ ЛЕКА: Возможные стратегии в румынской энергетике 16—21

АНКА ПОПЕСКУ, ФЛОАРЕА БРЕАЗУ, АНТОН ВЛЭДЕСКУ, ЕМИЛ ПОП, КИРИКИЦА КИРИЛЭ: Стратегия покрытия потребления электрической и термической энергии в перспективе по отношению к энергетическим ресурсам Румынии 22—27

АУРЕЛЮ ЛЕКА, ГЕОРГЕ ИНДРЕ, ПЕТРУ ИФТИМИЕ: Энергетическая эффективность приоритетная цель производителей и потребителей энергии 28—38

ГЛЕБ ДРЭГАН: Соображения по работе и управлению энергетической системы 38—41

ТЕПРЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

НИКОЛАЕ ПЭНОЮ, ЛУЧИАН МИХЭЕСКУ: Возможности применения энергетического каменного угля в качестве комплектующего топлива в Национальной Энергетической Системы 42—49

ИОН СОТИР ДУМИТРЕСКУ, ВИКТОР АТАНАСОВИЧ: Анализ термодинамической эффективности теплофикации методом ,,эквивалентных циклов Карно'' 50—60

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

ДУМИТРУ МАНЕА: Тарифная политика Румынии 61—71

АМВРОЗЬЕ ИТОАФЭ, МИХАЕЛА ДИНКЭ ПАНАИТЕСКУ, АНА МАРИЕ ПЕТРЕСКУ, ФЛОРЕНТИНА МИХЭИЛЕСКУ, РОДИКА БЛАХОЯНУ: Современные аспекты деятельности по планированию электрических сетей 72—75

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИОАНА ИОНЕЛ, КОРНЕЛ УНГУРЯНУ: Удаление/снижение NO_x в дымовых газах способом ,,Избирательного некаталитического снижения'' со впрыском мочевины 76—80

РЕЦЕНЗИЯ

ЕУДЖЕНЮ ПАВЕЛ: Состояние наций 81—88

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

* * * Годовщина журнала ,,Энергетика'' 88—92

ГЛЕБ ДРЭГАН, КОСТИН РУКЭРЕАНУ: XVIII Конгресе Румынско-Американской Академии Наук и Искусств 93—94

ОВИДЮ ЦУЦУЯНУ: Деятельность по применению золы теплоэлектростанций в некоторых странах Азии. Итоги круглого стола по теме: ,,Освоение золы теплоэлектростанций'', Румыния 94—99

МНЕНИЯ

ЕУДЖЕНЮ ПАВЕЛ: За создание Национального Технического Музея 21,37

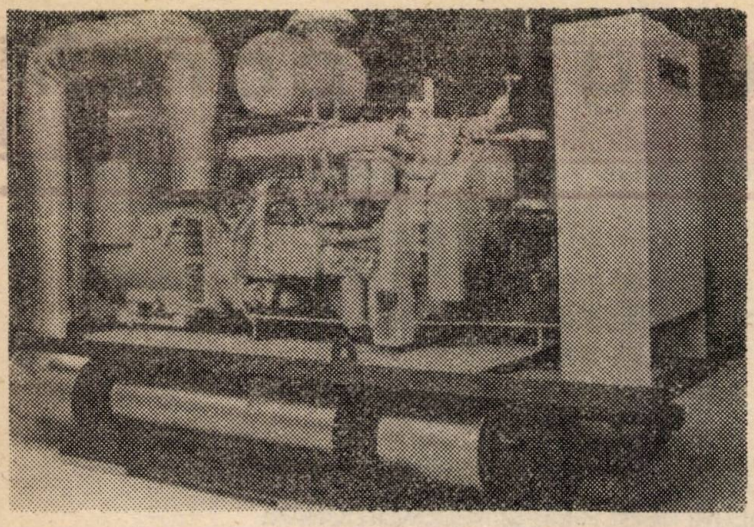
ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 75

DE PERSONIS 99—100

ПАУЛ КАРТИАНУ: Николае Каранфил — 100 лет со дня рождения 101—102

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ,,ЭНЕРГЕТИКА'', СЕРИЙ А и Б, В 1993-м ГОДУ 103—105

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ ,,ЭНЕРГЕТИКА'' СЕРИИ А и Б, В 1993-м ГОДУ 105—106



The Company

B E T A

Public Relations B. V.
Lange Voorhout 16
Tel. 070-3 65 38 02*
2514 EE Den Haag
Holland
informs us:

LANG ENERGY SYSTEMS INTRODUCE NEW RANGE OF DIESEL-DRIVEN CHP SETS

Lang Energy Systems B,V. of Apeldoorn * have introduced a new range of diesel-powered Eurotec combined heat and power (CHP) sets on the European market.
The diesel-driven CHP sets are specially intended for use in situations where no gas supply is available.
The sets are built according to the Eurotec principle on which the gas-engine driven CHP sets marketed by Lang Energy Systems are based. The diesel-driven units are equipped with an engine--water heat exchanger, exhaust gas heat exchanger, oil make-up system, and switch-panel for parallel mains operation and controls.

Eurotec 205D

The standard model 205D of the diesel-powered CHP unit has an electric output of 206 kW and a thermal output of 239 kW. The set measures 3500 mm in length, 1505 mm in width, 2250 mm in height, and weighs 3500 kg.
The Eurotec 205D is equipped with a six-cylinder Iveco Aifo type 8210 SRI 15, with a cylinder capacity of 13,789 cc. The turbocharged engine is fitted with aftercooling, and drives a brushless Stamford three-phase generator type HC 434 E.
It runs at 1500 min^{-1}.
Eurotec diesel-driven CHP sets can also be supplied with an engine and generator to customer specification.
The Eurotec CHP units were developed with compactness in mind, so that their installation in existing technical areas and integration in existing systems is a simple job.
The units are so assembled as to optimize accessibility of the engines and main components, thereby improving ease of maintenance and saving costs.
The units are equipped with state-of-the-art PLC technology, enabling communication with the PLC via a text display. Temperature readouts are shown in digital form, so the results of heat and output measurements can be read directly on the display.
Another outstanding feature is that the CHP sets are supplied as standard with a thyristor-controlled battery charger with a low heat production and high efficiency.
Where insufficient room is available in existing technical areas, the Eurotec unit can be supplied in a concrete prefab station equipped with complete wiring, exhaust system, ventilation, extra coolers and sound-proof doors. A soundproofing enclosure is capable of limiting noise emission to virtually any level desired.
Because the sets are equipped with synchronous generators, island operation is possible.

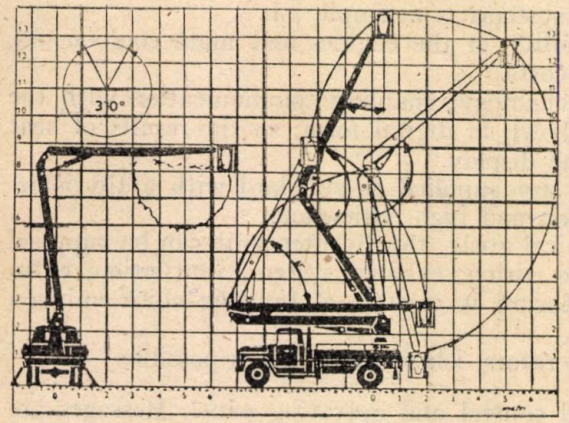
All Eurotec CHP units are fitted with a fully wired control and operating panel. Messages are displayed in text form on-screen.

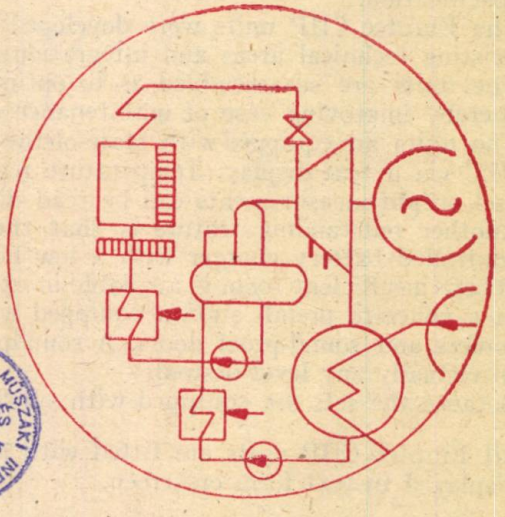
* P. O. Box 231, 7300 AE Apeldoorn, the Netherlands, tel (0)55-419333, fax (0)55-331691

1952 - 1992
40
REGIA AUTONOMA DE ELECTRICITATE - RENEL
FILIALA
ER energoreparații
BUCUREȘTI — ROMÂNIA
BD. ENERGETICIENILOR 13 15 • SECTOR 3 • COD 74568 • TELEFON 6225089 • TELEX 10635 • FAX 6215690
J 40/14878/1991

EXECUTĂ:

- PIESE DE SCHIMB, SUBANSAMBLURI DE SCHIMB ŞI RECONDIŢIONĂRI pentru.
  - turbine cu abur, turbine hidraulice, maşini şi instalaţii auxiliare;
  - cazane de abur şi instalaţiile auxiliare pentru vehicularea apei, aerului, gazelor, combustibililor, zgurei şi cenuşei;
- MACARALE, MECANISME DE RIDICAT. DISPOZITIVE PENTRU MECANIZARE ŞI SCULE SPECIALE PENTRU REPARAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE
- PLATFORME RIDICATOARE TELESCOPICE SAU CU BRAŢE PENTRU LUCRU LA ÎNĂLŢIMI PÎNĂ LA 27 M
- ECHIPAMENTE PENTRU MONTAREA CONDUCTOARELOR LEA PRIN TRAGERE CU FIR PILOT
- ECHIPAMENTE PENTRU INVESTIŢII SAU PENTRU MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE
- EXECUŢIE PIESE BRUT TURNATE DIN ALIAJE FEROASE ŞI NEFEROASE
- EXECUŢIE PIESE FORJATE ŞI MATRIŢATE
- TRATAMENTE TERMICE ŞI TERMOCHIMICE, ACOPERIRI METALICE ŞI ÎNCĂRCĂRI CU STRAT DUR
- ANALIZE CHIMICE





ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR
1883

ORICÎND LA DISPOZIŢIA DVS., ÎN ORICE PROBLEMĂ,
CU EXPERIENŢA A PESTE 40 DE ANI DE ACTIVITATE

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

103-105 Calea Dorobanti
Sector 1 Code 71.223
Bucharest-Romania

Tel:(40-1)679.64.30
Telex:10244 R
Fax:(40-1-) 312.97.64

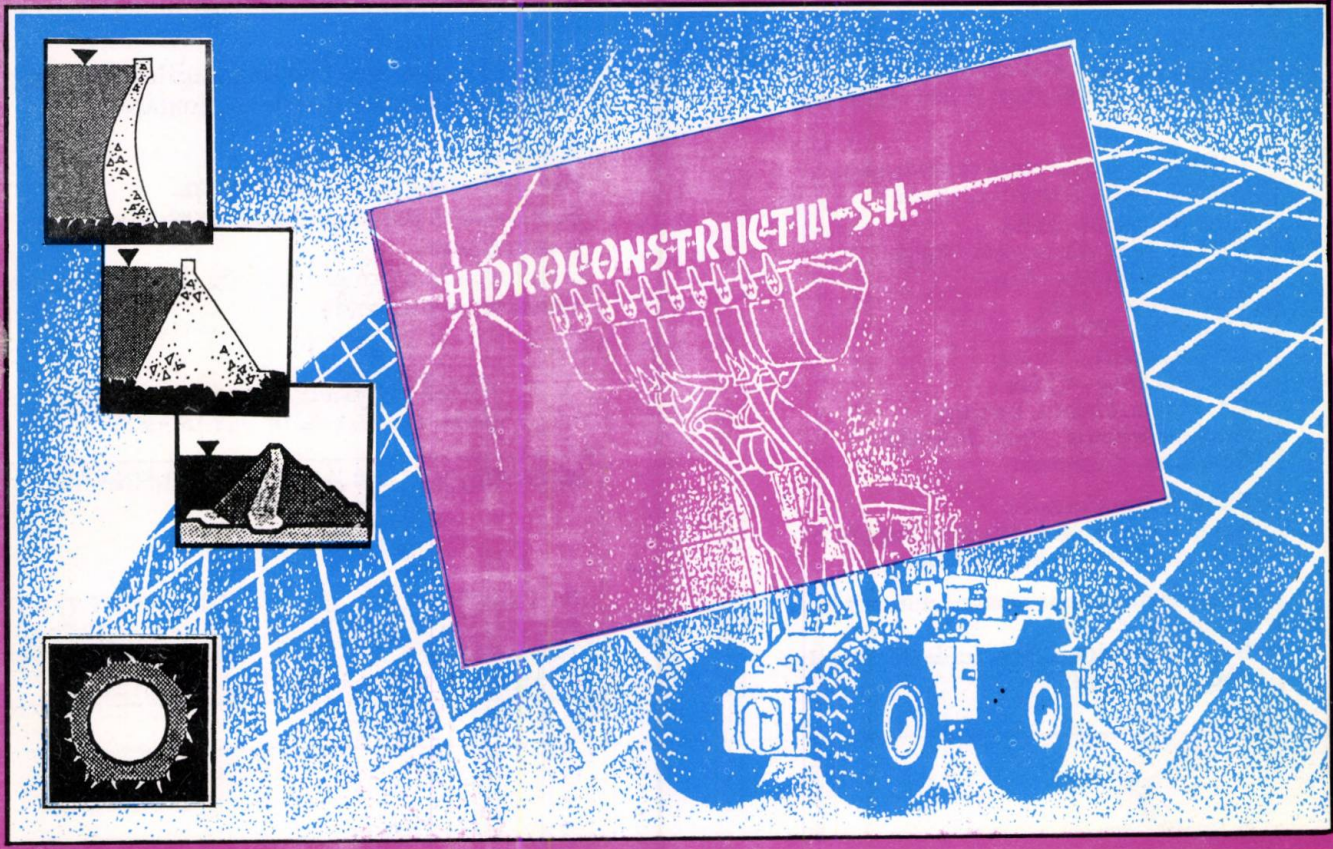
BUSINESS INITIATIVE DIRECTIONS · BID ·

Execută:

* BARAJE DIN BETON (de greutate, in arc, cu contraforti)
* BARAJE DIN PAMINT, ANROCAMENTE SI ALTE MATERIALE LOCALE
* CENTRALE HIDROELECTRICE DE SUPRAFATA SI SUBTERANE
* ECLUZE, PORTURI, DRAGAJE
* CANALE, CONDUCTE, BLINDAJE
* GALERII DE ADUCTIUNE, DE FUGA, GALERII SECUNDARE, PRIZE DE APA
* STATII DE POMPARE, SISTEME DE IRIGATII
* LUCRARI DE FORAJE SI INJECTII
* LUCRARI SPECIALE: INCINTE BATARDOURI CELULARE, DEROCARI SUB APA BETOANE PRECOMPRIMATE
* ECRANE DE ETANSARE, PERETI MULATI
* STATII DE SORTARE SI ALTE INSTALATII TEHNOLOGICE
* DRUMURI, AUTOSTRAZI, PODURI, VIADUCTE
* CONSTRUCTII INDUSTRIALE SI CIVILE
* CONFECTII METALICE, PREFABRICATE DIN BETON, AGREGATE
* SCULE DE MINERIT, BURGHIE
* TRANSPORTURI AUTO DE MARFURI SI MATERIALE
* ACTIVITATE DE TURISM

A executat:

115 CENTRALE HIDROELECTRICE CU O PUTERE INSTALATA DE 5.850 MW
118 BARAJE CU O CAPACITATE DE RETENTIE DE 10.800.000.000 MC



INSTITUTUL DE STUDII SI PROIECTARI ENERGETICE

INSTITUTE OF POWER STUDIES AND DESIGN

Studies
Design
Consulting
Engineering
Tech. assistance
Commissioning
Computer services

Turn Key Projects

Thermal and nuclear power plants
Electric transmission lines
Transformer substations
Town heating networks
High pressure and temperature piping

GENERAL CONTRACTOR

ISPE

1994 SEP 12.

REFERINŢE

ROMANIA - proiectare pentru sistemul energetic naţional şi alte industrii:
CET, CTE, CNE, staţii şi linii electrice

EXPORT - engineering şi proiectare:
Algeria, Peru, Germania, Cehia
CTE Singareni - India
CET El-Mex Alexandria - Egipt
CTE Hamrawein - Egipt
CET Banias - Siria
CTE Cebu - Filipine
CET Anatolia - Turcia
CET Pucheng - China
CT: Berlin, Dresda, Leipzig, Neubrandenburg, Halle, Rostock, Schwerin - Germania

Staţii de transformare:
Bangladesh, Maroc, Nigeria, Yugoslavia, Siria, Pakistan, Irak, Columbia

Linii electrice aeriene cu circuit simplu si dublu:
Iran, Irak, Egipt, Liban, Iordania, Pakistan Malaezia, Cipru

SERVICIILE OFERITE DE ISPE

Estimări privind opţiunile energetice
Studii de fezabilitate
Studii de fundamentare şi amplasament
Evaluări economice
Studii privind amplasarea centralelor şi staţiilor electrice
Analiza privind factorii de risc şi studii de optimizare a proiectelor

Proiecte de detaliu pentru lucrări electrice, mecanice şi de construcţii
Contracte şi specificaţii
Caiete de sarcini
Analize tehnice şi compararea propunerilor şi ofertelor
Tratative pentru încheierea de contracte
Avizări proiecte
Grafice de realizare a proiectelor
Inspectarea, testarea şi controlul calităţii centralelor şi staţiilor electrice

Metodologii pentru asigurarea calităţii
Inspectarea echipamentelor
Testarea în fabrica furnizoare
Supravegherea lucrărilor de construcţii şi montaj
Asigurarea documentaţiilor finale şi a instrucţiunilor de exploatare

Programe de probe şi teste
Punere în funcţiune şi remedieri
Şcolarizarea personalului de exploatare şi întreţinere
Urmărirea funcţionării iniţiale şi în exploatare a instalaţiei proiectate

With 45 years of experience
Your success is in our Power!

INSTITUTUL DE STUDII ŞI PROIECTĂRI ENERGETICE

ISPE

Bd. Lacul Tei nr. 1 — BUCUREŞTI 72301
P.O. Box 30 - 33 — Tel. (40.1) 610.70.80
Tx. 10978 ISPE r — Fax (40.1) 312.36.20
Măgurele P.O. Box 5204 Fax: (401) 3123930